

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-302805

(43)Date of publication of application : 28.10.1994

(51)Int.Cl. H01L 29/28
H01L 49/00

(21)Application number : 05-111139 (71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC
CORP

(22)Date of filing : 15.04.1993 (72)Inventor : KAMIYAMA TOMOTSUGU
MIYAMOTO MAKOTO
ISODA SATORU
HANASATO YOSHIO
NISHIKAWA TOMOSHI

(54) ELECTRONIC ELEMENTITS INTEGRATED ELECTRONIC ELEMENT AND
THEIR USAGE METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electronic element which can be operated at high speed and integrated at ultrahigh densityto provide its integrated electronic element and to provide a usage method which is suitable of the elements.

CONSTITUTION: A rotary body 21 having molecules or functional groups which come to an excitation state by being irradiated with either electromagnetic waves or a charged particle beam is arranged on a substrate 23 so as to be rotatableand at least one out of stationary bodies 22a to 22d having molecules or function groups which receive at least one out of energy and electrons from the

rotary body 21 is arranged near the rotary body 21.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An electronic device comprising:

A solid of revolution which has a molecule or a functional team which will be in an excitation state by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam on a substrate and has been arranged pivotable on a substrate.

A stillness object which has a molecule or a functional team which is stationed near [solid of revolution / one or more] this and receives either [at least] energy or an electron from this solid of revolution.

[Claim 2]The electronic device according to claim 1 wherein said solid of revolution has several functional teams where irradiation energies used as an excitation state differ mutually.

[Claim 3]Claim 1 wherein the shaft orientations of the axis of rotation of said solid of revolution correspond with a normal line direction of said substrate or an electronic device of two given in any 1 clause.

[Claim 4]An electronic device of Claims 1-3 wherein said solid of revolution combines a functional team which will be in an excitation state by irradiating a rotation parent with either electromagnetic waves or a charged particle beam given in any 1 clause.

[Claim 5]The electronic device according to claim 4 wherein said rotation parent is a structural isomer from which structure changes by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam.

[Claim 6]An electronic device of Claims 1-3 wherein said stillness object combines with a stillness parent a functional team which receives either [at least] energy or an electron from said solid of revolution given in any 1 clause.

[Claim 7]An electronic device of Claims 1-3 constituting said solid of revolution

and a base material which supports this solid of revolution by one molecule given in any 1 clause.

[Claim 8]The electronic device according to claim 7 having used said solid of revolution as a complexand making the axis of rotation of this solid of revolution into two ligands to a central metal of said complex.

[Claim 9]Claims 12 and 3 having considered it as either of the molecule teams including a functional team or this functional team combined with a base material by two single bonds in said solid of revolutionand setting the axis of rotation of this solid of revolution as these two single bondsor an electronic device of seven given in any 1 clause.

[Claim 10]An electronic device of Claims 1-3wherein said solid of revolution combines a functional team which will be in an excitation state by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam a molecule which has a spherical shell given in any 1 clause.

[Claim 11]An electronic device of Claims 1-10 having arranged said stillness object so that it may have fixed orientation from the axis of rotation of plurality and said solid of revolution to this solid of revolution in an equidistant positionand so that uniformly [an angle with each of two stillness objects which adjoin this axis of rotation mutually to make] given in any 1 clause.

[Claim 12]Make said stillness object into any one sort of a molecule to hold [two or more]a molecular assemblyand the functional team aggregateand a oxidation reduction functional team said oxidation reduction functional teamthe 1st oxidation reduction functional team which receives either [at least] an electron or energy from said solid of revolution -- this -- an electronic device of Claims 1-11 provided with the 2nd oxidation reduction functional team which receives an electron from the 1st oxidation reduction functional team given in any 1 clause.

[Claim 13]An electronic device of Claims 1-11wherein said stillness object has either of the change biopolymeric materials which changed a biopolymeric material which has an electron transport functionor its part given in any 1 clause.

[Claim 14]Claims 12 and 3 constituting said solid of revolutionsaid stillness

object and a base material that supports these by one molecule or an electronic device of 11 given in any 1 clause.

[Claim 15] An electronic device of Claims 1-14 having provided a molecule which constitutes said electronic device and a substituent which causes a specific binding in a substrate or an electrode having given fixed orientation and having arranged said solid of revolution and a stillness object on said substrate or an electrode given in any 1 clause.

[Claim 16] The electronic device according to claim 15 wherein said specific binding is any one sort of a hydrophobic bond and an ionic bond and the combination by Juan Dell Qu Ruska.

[Claim 17] An electronic device of Claims 1-16 having arranged a component which accumulates an electric charge by receiving an electron from this stillness object or supplying an electron to this stillness object near [said] the stillness object given in any 1 clause.

[Claim 18] An electronic device providing a structure which has a crevice which stores at least a part of solid of revolution which consists of a molecule which has a spherical shell and supports this solid of revolution pivotable on a substrate or an electrode.

[Claim 19] The electronic device according to claim 18 wherein said solid of revolution has a molecule or a functional team which will be in an excitation state by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam.

[Claim 20] The electronic device according to claim 18 wherein said crevice is the concave surface which carried out selection removal of the atom which constitutes said substrate or an electrode.

[Claim 21] The electronic device according to claim 18 wherein said crevice arranges and constitutes an annular molecule on said substrate or an electrode.

[Claim 22] An integration electronic device characterized by making it have the orientation where this molecule is constant by adsorption capacity between molecules which make a molecule which constitutes an electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause stick to a film which consists of a molecule

which has a hydrophilic group and a hydrophobic group and constitute said electronic device.

[Claim 23] An integration electronic device arranging two or more electronic devices of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause on a substrate or an electrode.

[Claim 24] An integration electronic device having arranged an electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause on an electrode of one or more thin line state and providing an electrode of one or more thin line state on this electronic device.

[Claim 25] By controlling orientation of said solid of revolution some of energy transfer speed or electron transferring rates to a stillness object are made larger than movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from a solid of revolution. This solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either electromagnetic waves or a charged particle beam. Move this excitation energy or an excitation electron only to said some of stillness objects and this stillness object is made to excite or return. The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 switching when only this stillness object performs transfer of an electrode and an electron 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 26] By controlling orientation of said solid of revolution energy transfer speed to some stillness objects is made larger than movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from a solid of revolution. This solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either electromagnetic waves or a charged particle beam. Move this excitation energy only to said some of stillness objects and this stillness object is excited. [whether it is returned by only this stillness object's changing structure or receiving an electron from an electrode and] The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 writing in information by either of whether pass an electron to an electrode and it oxidizes to it 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 27] Irradiate said stillness object which is carrying out orientation variously

with electromagnetic waves which carried out polarization control and an electron of some stillness objects is excited among said stillness objects. [whether when only this stillness object receives an electron from an electrode it is returned or an electron is passed to an electrode and it oxidizes to it and] The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 writing in information by either of whether structure is changed 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 28] By adding any one sort of an electric field a magnetic field or the heat to said stillness object or irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beam The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 changing an oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures and writing in information 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 29] By adding any one sort of an electric field a magnetic field or the heat to said stillness object or irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beam The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 eliminating information by changing an oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures and returning said stillness object to a state before writing of information 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 30] By impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two] or impressing potential to an electrode near [said] the stillness object an electrode from a stillness object -- or an electron being moved in the direction of either of the stillness objects from an electrode and The directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 eliminating information by returning a stillness object of an oxidation state or reduced condition to a state before writing of information 17 and 23 or given in any 1 clause or an integration electronic device.

[Claim 31] By impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two] or impressing potential to an electrode near [said] the

stillness objectan electrode from a stillness object -- or an electron being moved in the direction of either of the stillness objects from an electrodeandThe directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 detecting the number of stillness objects of an oxidation state or reduced condition with either current or a move electron numberand reading information17 and 23or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 32]By controlling orientation of said solid of revolutionan interaction between this solid of revolution and some stillness objects is enlargedBy detecting either current of a direction which goes to this stillness objecta solid of revolutionand other electrodes from a direction which goes to this stillness object and other electrodes from an electrodeor an electrodeor its opposite directionor a move electron numberThe directions for an electronic device of 22 thru/or 24 Claims 1-14 detecting redox status or structure of this stillness objectwithout changing redox status or structure of this stillness objectand reading information17and given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 33]By controlling orientation of said solid of revolutionbetween some stillness objects and said solids of revolutionOr an electron transferring rate between some stillness objects and an electrode is made larger than an electron transferring rate with other stillness objectsThis stillness object is oxidized by moving an electron to this stillness object via direct or a solid of revolution from an electrodeThe directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 detecting a number in which oxidation or reduction is possible among stillness objects near [this] the solid of revolution as current or a move electron number in an electrodeand reading information17 and 23or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 34]It is made small whetherby controlling orientation of said solid of revolutionan interaction between some stillness objects and this solid of revolution is made larger than an interaction of other stillness objects and a solid of revolutionBy irradiating said stillness object with an energy beamand detecting a luminescence action of this stillness object depending on orientation of a solid

of revolutionThe directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 detecting redox status or structure of this stillness objectand reading information17 and 23or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 35]or [making an interaction between some stillness objects and this solid of revolution larger than an interaction of other stillness objects and a solid of revolution by controlling orientation of said solid of revolution] -- or it being made small andWhen a luminescence action of a solid of revolution changes according to redox status or structure of this stillness objectThe directions for an electronic device of 24 Claims 1-14 irradiating this solid of revolution with an energy beamdetecting a luminescence action of this solid of revolutiondetecting redox status or structure of this stillness objectand reading information17 and 23or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 36]The directions for an electronic device of 35 Claims 2526 and 32 controlling orientation of this solid of revolution by changing an electric field or a magnetic field impressed to said solid of revolution thru/or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 37]. [whether said solid of revolution is irradiated with either / at least / electromagnetic waves or a charged particle beamand] By heating this solid of revolutionrotate this solid of revolution and further Or temperature of a solid of revolutionBy changing at least one of the wavelength of electromagnetic waves with which intensity of a charged particle beam or a directionand a solid of revolution with which an electric field or a magnetic fieldand a solid of revolution which are impressed to a solid of revolution are irradiatedThe directions for an electronic device of 35 Claims 2526 and 32 controlling revolving speed of this solid of revolutiongetting to know orientation of a solid of revolution in arbitrary timeand controlling orientation of this solid of revolution thru/or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

[Claim 38]Irradiate said solid of revolution with pulse form electromagnetic waves or charged particle beamand Intensity of this pulseThe directions for an electronic device of 35 Claims 2526 and 32 getting to know orientation of this

solid of revolution from time widthan intervaland a numberand controlling orientation of this solid of revolution thru/or given in any 1 clauseor an integration electronic device.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention can operate at high speed andmoreoverrelates to super high density at an accumulable electronic deviceits integration electronic deviceand those directions for use.

[0002]

[Description of the Prior Art]In [drawing 30 is a sectional view showing the rectifier of an MOS structure used for the conventional integrated circuitand] a figure1a n type region and 3a n type region and 5 are electrodes a p type region and 4p-n junction (p type region 3-n type region 4 junction) is formed among these electrodes 6 and 7andas for a p type silicon substrate and 2the rectifying characteristic is realizeddas for an oxidized silicon filmand 6 and 7.

[0003]There are semiconductor memory and an optical disc as a storage cell used conventionally. In semiconductor memorymanufacture of the thing of present 64-megabit DRAM is attainedand this corresponds to the line width of about 0.25 micrometer.

[0004]There are some which are shown in the page 119 of Japanese 4th volume of Shizuo Suzuki collaboration:series [business report technological-forecasting] opto-electronics technology and drawing 31 as shown on Heisei 2(1990) January 20without issuefor example as a magneto-optical disc which performs writing of the information by light and read-out. As for an auxiliary layer and 13in drawing 3111 is [the magnet for record and 15] optical lenses an initialization magnet and 14 a memory layer and 12. In order to write information in this magneto-

optical disc direction of magnetization of the auxiliary layer 12 is first arranged with one way with the initialization magnet 13. If it records using the record magnet 14 of a low magnetic field modulating light intensity in an over-write. At both the times of high laser power the auxiliary layer 12 and the memory layer 11 become more than Curie temperature. Direction of both magnetization is simultaneously reversed to direction of a recording magnetic field. For example in record of "1" only the memory layer 11 becomes more than Curie temperature again at the time of low laser power direction of the auxiliary layer 12 remains as it is and its direction of magnetization of the memory layer 11 corresponds with direction of the auxiliary layer 12 ("0" is recorded).

[0005]

[Problem to be solved by the invention] Since the rectifier of the conventional MOS structure is constituted as mentioned above in order to raise the memory space and computing speed of an integrated circuit the miniaturization of the element itself becomes indispensable but. With the element using silicon an electronic mean free path and element size became almost equal with an about 0.2-micrometer super-minute pattern and there were problems -- the independency of an element is no longer maintained. Thus it is expected that the silicon technology which continues development every day also runs against a wall someday in respect of a miniaturization and what is an electronic circuit element based on a new principle and breaks through a 0.2 above-mentioned micrometer wall is called for.

[0006] Since the conventional magneto-optical disc was constituted as mentioned above in order to produce a track on a substrate also in this case micro-machining is required and there were problems such as running against the limit of a miniaturization like the above. In order for a laser beam to perform read-out of information and writing it is necessary to narrow the field of an optical exposure but and a limit is among the optical technology which narrows down a laser beam. Since preservation of information is controlled by direction of the magnetic field of a magnetic film a laser beam strong for magnetic recording is needed. There is a

fault that the speed which furthermore carries out writing and read-out of information i.e. a transfer rate is slow and considering application to a telecommunications sector etc. this is fatal.

[0007] This invention was made in order to cancel the above problems and it can operate at high speed and moreover it aims at obtaining an accumulable electronic device and its integration electronic device to super high density and aims at providing the directions for use which were further suitable for these elements.

[0008]

[Means for solving problem] The electronic device concerning invention of Claim 1 is what has arranged the solid of revolution which has the molecule or functional team which will be in an excitation state by irradiating with either of the charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electronand ion on a substrate pivotable Furthermore one or more stillness objects which have the molecule or functional team which receives either [at least] energy or an electron from this solid of revolution are arranged near [solid of revolution] this.

[0009] The electronic device concerning invention of Claim 2 has several functional teams where the irradiation energies with which said solid of revolution will be in an excitation state differ mutually.

[0010] As for the electronic device concerning invention of Claim 3 the shaft orientations coincide the axis of rotation of said solid of revolution with the normal line direction of said substrate.

[0011] The electronic device concerning invention of Claim 4 combines the functional team which will be in an excitation state about said solid of revolution by irradiating a rotation parent with either of the charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electronand ion.

[0012] Let an electronic device concerning invention of Claim 5 be a structural isomer from which structure changes said rotation parent by irradiating with either of the charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electronand ion.

[0013] An electronic device concerning invention of Claim 6 combines a functional

team which receives either [at least] energy or an electron from said solid of revolution for said stillness object to a stillness parent.

[0014]An electronic device concerning invention of Claim 7 constitutes said solid of revolution and a base material which supports this solid of revolution by one molecule.

[0015]An electronic device concerning invention of Claim 8 uses said solid of revolution as a complexand makes the axis of rotation of this solid of revolution two ligands to a central metal of said complex.

[0016]An electronic device concerning invention of Claim 9 is made into either of the molecule teams including a functional team or this functional team combined with a base material by two single bonds in said solid of revolutionand sets the axis of rotation of this solid of revolution as these two single bonds.

[0017]An electronic device concerning invention of Claim 10 combines a functional team which will be in an excitation state by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam a molecule which has a spherical shell for said solid of revolution.

[0018]An electronic device concerning invention of Claim 11 arranges said stillness object so that it may have fixed orientation from the axis of rotation of plurality and said solid of revolution to this axis of rotation in an equidistant positionand so that uniformly [an angle with each of two stillness objects which adjoin this axis of rotation mutually to make].

[0019]The electronic device concerning invention of Claim 12 makes said stillness object any one sort of the molecule to hold [two or more]a molecular assemblyand the functional team aggregateand a oxidation reduction functional team said oxidation reduction functional teamthe 1st oxidation reduction functional team which receives either [at least] an electron or energy from said solid of revolution -- this -- it has the 2nd oxidation reduction functional team which receives an electron from the 1st oxidation reduction functional team.

[0020]The electronic device concerning invention of Claim 13 presupposes that it has either of the change biopolymeric materials which changed the biopolymeric

material which has an electron transport function for said stillness object or its part.

[0021]The electronic device concerning invention of Claim 14 constitutes said solid of revolution said stillness object and the base material that supports these by one molecule.

[0022]The electronic device concerning invention of Claim 15 provides the molecule which constitutes said electronic device and the substituent which causes a specific binding in either a substrate or an electrode gives fixed orientation and arranges said solid of revolution and a stillness object to either on said substrate or an electrode.

[0023]The electronic device concerning invention of Claim 16 makes said specific binding any one sort of a hydrophobic bond and an ionic bond and the combination by Juan Dell Qu Ruska.

[0024]An electronic device concerning invention of Claim 17 arranges a component which accumulates an electric charge by receiving an electron from this stillness object or supplying an electron to this stillness object near [said] the stillness object.

[0025]An electronic device concerning invention of Claim 18 provides a structure which has a crevice which stores at least a part of solid of revolution which becomes either on a substrate or an electrode from a molecule which has a spherical shell and supports this solid of revolution pivotable.

[0026]An electronic device concerning invention of Claim 19 has a molecule or a functional team which will be in an excitation state when said solid of revolution irradiates with either electromagnetic waves or a charged particle beam.

[0027]An electronic device concerning invention of Claim 20 is made into a concave surface which carried out selection removal of the atom which constitutes said substrate or an electrode for said crevice.

[0028]On said substrate or an electrode an electronic device concerning invention of Claim 21 arranges an annular molecule and constitutes said crevice.

[0029]An integration electronic device concerning invention of Claim 22A

molecule which constitutes an electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause is made to stick to a film which consists of a molecule which has a hydrophilic group and a hydrophobic group and it is made to have the orientation where this molecule is constant by adsorption capacity between molecules which constitute said electronic device.

[0030]The integration electronic device concerning invention of Claim 23 arranges two or more electronic devices of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause to either on a substrate or an electrode.

[0031]The integration electronic device concerning invention of Claim 24 arranges the electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause on the electrode of one or more thin line state and provides the electrode of one or more thin line state on this electronic device.

[0032]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 25 or an integration electronic device By controlling the orientation of said solid of revolution some of energy transfer speed or electron transferring rates to a stillness object are made larger than the movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from a solid of revolution This solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either of the charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electron and ion Move this excitation energy or an excitation electron only to said some of stillness objectsand this stillness object is made to excite or return and when only this stillness object performs transfer of an electrode and an electron it switches.

[0033]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 26 or an integration electronic device make energy transfer speed to some stillness objects larger than the movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from this solid of revolution by controlling the orientation of said solid of revolution. This solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either of the charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electron and ion here Information is written in by

whether it is returned by moving this excitation energy only to said some of stillness objectexciting this stillness objectand only this stillness object's changing structureor receiving an electron from an electrodeor an electron is passed to an electrode and it oxidizes to it.

[0034]The directions for an electronic device concerning invention of Claim 27or an integration electronic deviceIrradiate said stillness object which is carrying out orientation variously with electromagnetic waves which carried out polarization controland an electron of some stillness objects is excited among said stillness objectsthis -- when only some stillness objects receive an electron from an electrodeit is returnedor an electron is passed to an electrodeand it oxidizes to itor structure is changed -- information is written in by that either.

[0035]The directions for an electronic device concerning invention of Claim 28or an integration electronic deviceBy adding any one sort of an electric fielda magnetic fieldor the heat to said stillness objector irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beamAn oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures is changedand information is written in.

[0036]The directions for an electronic device concerning invention of Claim 29or an integration electronic deviceBy adding any one sort of an electric fielda magnetic fieldor the heat to said stillness objector irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beamAn oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures is changedand information is eliminated by returning said stillness object to a state before writing of information.

[0037]The directions for an electronic device concerning invention of Claim 30or an integration electronic deviceBy impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two]or impressing potential to an electrode near [said] the stillness objectan electrode from a stillness object -- or an electron is moved in the direction of either of the stillness objects from an electrodeand information is eliminated by returning a stillness object of an

oxidation state or reduced condition to a state before writing of information.

[0038]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 31or an integration electronic deviceBy impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two]or impressing potential to the electrode near [said] the stillness objectthe electrode from a stillness object -- or an electron is moved in the direction of either of the stillness objects from an electrodethe number of the stillness objects of an oxidation state or reduced condition is detected with either current or a move electron numberand information is read.

[0039]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 32or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionthe interaction between this solid of revolution and some stillness objects is enlargedBy detecting from an electrode either the current of the direction which goes to other electrodes to other electrodes via this stillness object and a solid of revolution from the direction of the other sideor an electrodeor its opposite directionor a move electron number via this stillness objectThe redox status or structure of this stillness object is detected without changing the redox status or structure of this stillness objectand information is read.

[0040]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 33or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionamong said stillness objectsbetween some stillness objects and said solids of revolutionOr the electron transferring rate between some stillness objects and an electrode is made larger than an electron transferring rate with other stillness objects other than this stillness objectBy moving an electron to this stillness object via direct or a solid of revolution from an electrodethis stillness object is oxidizedthe number in which oxidation or reduction is possible among the stillness objects near [this] the solid of revolution is detected as current or a move electron number in an electrodeand information is read.

[0041]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 34or

an integration electronic device or [making the interaction between some stillness objects and this solid of revolution larger than the interaction of other stillness objects and a solid of revolution by controlling the orientation of said solid of revolution] -- or it being made small andBy irradiating said stillness object with an energy beam and detecting the luminescence action of this stillness object depending on the orientation of a solid of revolutionthe redox status or structure of this stillness object is detectedand information is read.

[0042]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 35 or an integration electronic device or [making the interaction between some stillness objects and this solid of revolution larger than the interaction of other stillness objects and a solid of revolution by controlling the orientation of said solid of revolution] -- or it being made small andWhen the luminescence action of a solid of revolution changes according to the redox status or structure of this stillness objectthis solid of revolution is irradiated with an energy beamthe luminescence action of this solid of revolution is detectedthe redox status or structure of this stillness object is detectedand information is read.

[0043]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 36 or an integration electronic device control the orientation of this solid of revolution by changing the electric field or magnetic field impressed to said solid of revolution.

[0044]The directions for the electronic device concerning invention of Claim 37 or an integration electronic device. [whether said solid of revolution is irradiated at least with one side of charged particle beamssuch as electromagnetic waves or an electron and ion and] By heating this solid of revolutionrotate this solid of revolution and further Or the temperature of a solid of revolutionBy changing at least one of the wavelength of the electromagnetic waves with which the intensity of charged particle beamssuch as an electron and ion or direction and solid of revolution with which the electric field or magnetic field and solid of revolution which are impressed to a solid of revolution are irradiated are irradiatedThe revolving speed of this solid of revolution is controlledthe orientation of the solid

of revolution in arbitrary time is got to know and the orientation of this solid of revolution is controlled.

[0045]The directions for an electronic device concerning invention of Claim 38 or an integration electronic device irradiate said solid of revolution with pulse form electromagnetic waves or charged particle beam get to know orientation of this solid of revolution from intensity of this pulsetime width and interval and a number and control orientation of this solid of revolution.

[0046]

[Function] When the electronic device in invention of Claim 1 irradiates with either electromagnetic waves or a charged particle beam on a substrate the minute motor used as the driving source of a minute machine becomes possible by having arranged the solid of revolution which has the molecule or functional team which will be in an excitation state pivotable. The electronic device which can control energy transfer or an electronic transition at high speed becomes possible by having arranged one or more stillness objects which have the molecule or functional team which receives either [at least] energy or an electron from this solid of revolution near [solid of revolution] this.

[0047]When the electronic device in invention of Claim 2 has several functional teams where the irradiation energies with which said solid of revolution will be in an excitation state differ mutually the electronic device which can control rotation becomes possible.

[0048]When the shaft orientations of the electronic device in invention of Claim 3 of the axis of rotation of said solid of revolution correspond with the normal line direction of said substrate the electronic device which has a minute motor with sufficient rotation efficiency becomes possible.

[0049]When the electronic device in invention of Claim 4 irradiates a rotation parent with either electromagnetic waves or a charged particle beam the electronic device which has a minute motor used as the driving source of a minute machine becomes possible by having combined the functional team which will be in an excitation state.

[0050]When the electronic device in invention of Claim 5 made said rotation parent the structural isomer from which structure changes by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam the electronic device which has a minute motor by which rotations differ becomes possible.

[0051]When the electronic device in invention of Claim 6 combined the functional team which receives either [at least] energy or an electron from said solid of revolution for said stillness object to a stillness parent the electronic device which can control energy transfer or an electronic transition becomes possible.

[0052]As for the electronic device in invention of Claim 7 the axis of rotation of a solid of revolution is stabilized by having constituted said solid of revolution and the base material which supports this solid of revolution by one molecule.

[0053]It becomes possible by the electronic device in invention of Claim 8 having used said solid of revolution as the complex and having made the axis of rotation of this solid of revolution into two ligands to the central metal of said complex to control freely an absorption wavelength a luminous wavelength and an oxidation-reduction potential.

[0054]As for the electronic device in invention of Claim 9 the axis of rotation of a solid of revolution is stabilized by having considered it as either of the molecule teams including the functional team or this functional team combined with the base material by two single bonds in said solid of revolution and having set the axis of rotation of this solid of revolution as these two single bonds.

[0055]When the electronic device in invention of Claim 10 combined the functional team which will be in an excitation state when said solid of revolution irradiates with either electromagnetic waves or a charged particle beam the molecule which has a spherical shell one axis of solids of revolution rotate at high speed.

[0056]The electronic device in invention of Claim 11 Said stillness object so that it may have fixed orientation from the axis of rotation of plurality and said solid of revolution to this axis of rotation in an equidistant position And by having arranged so that uniformly [the angle with each of two stillness objects which adjoin this

axis of rotation mutually to make]the electronic device which can control energy transfer or an electronic transition with sufficient accuracy becomes possible.

[0057]The electronic device in invention of Claim 12Make said stillness object into any one sort of the molecule to hold [two or more]a molecular assemblyand the functional team aggregateand a oxidation reduction functional team said oxidation reduction functional teamthe 1st oxidation reduction functional team which receives either [at least] an electron or energy from said solid of revolution -- this -- the electronic device which can control energy transfer or an electronic transition with sufficient accuracy becomes possible by having had the 2nd oxidation reduction functional team which receives an electron from the 1st oxidation reduction functional team.

[0058]The electronic device in invention of Claim 13Said stillness object by having either of the change biopolymeric materials which changed the biopolymeric material which has an electron transport functionor its partThe electronic device which can perform the energy transfer or the electronic transition in space of several nanometers - hundreds of nm level in good order becomes possible.

[0059]As for the electronic device in invention of Claim 14the axis of rotation of a solid of revolution is stabilized by having constituted said solid of revolutionsaid stillness objectand the base material that supports these by one moleculeand the electronic device which can control energy transfer or an electronic transition with sufficient accuracy becomes possible.

[0060]The electronic device in invention of Claim 15The electronic device which can control energy transfer or an electronic transition with sufficient accuracy becomes possible by having provided the molecule which constitutes said electronic deviceand the substituent which causes a specific binding in the substrate or the electrodehaving given fixed orientation and having arranged said solid of revolution and the stillness object on said substrate or an electrode.

[0061]When the electronic device in invention of Claim 16 made said specific binding any one sort of a hydrophobic bondan ionic bondand the combination by

Juan Dell Qu Ruskathe electronic device which can control energy transfer or an electronic transition with sufficient accuracy becomes possible.

[0062]By receiving an electron from this stillness objector supplying an electron to this stillness object near [said] the stillness objectby having arranged the component which accumulates an electric chargethe electronic device in invention of Claim 17 prevents malfunction of a stillness objecttherefore the malfunction of an electronic device of it is lost.

[0063]The electronic device in invention of Claim 18 supports said solid of revolution in the stable position by having provided the structure which has a crevice which stores at least a part of solid of revolution which consists of a molecule which has a spherical shelland supports this solid of revolution pivotable on the substrate or the electrode.

[0064]When the electronic device in invention of Claim 19 has the molecule or functional team where said solid of revolution will be in an excitation state by irradiating with either electromagnetic waves or a charged particle beam1 axis rotation is attained in the position which was stabilized as for said solid of revolution at high speed.

[0065]The miniaturization of an electronic device is attained by having made the electronic device in invention of Claim 20 into the concave surface which carried out selection removal of the atom which constitutes said substrate or an electrode for said crevice.

[0066]When the electronic device in invention of Claim 21 has arranged the annular molecule and constituted said crevice on said substrate or the electrodethe miniaturization of an electronic device is attained.

[0067]The integration electronic device in invention of Claim 22By the adsorption capacity between the molecules which make the molecule which constitutes the electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause stick to the film which consists of a molecule which has a hydrophilic group and a hydrophobic groupand constitute said electronic device. By having constituted so that it might have the orientation where this molecule is constantintegration of the super high

density of an electronic device is attained.

[0068]When the integration electronic device in invention of Claim 23 arranged two or more electronic devices of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause on the substrate or the electrodeintegration of the super high density of an electronic device is attained.

[0069]The integration electronic device in invention of Claim 24It becomes possible by having arranged the electronic device of 17 Claims 1-14 or given in any 1 clause on the electrode of one or more thin line stateand having provided the electrode of one or more thin line state on this electronic device to control arbitrarily the direction and size of an electric field which an electronic device sets.

[0070]The directions for the electronic device in invention of Claim 25or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionsome of energy transfer speed or electron transferring rates to a stillness object are made larger than the movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from a solid of revolutionThis solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either electromagnetic waves or a charged particle beamWhen move this excitation energy or an excitation electron only to said some of stillness objectsthis stillness object is made to excite or return and only this stillness object performs transfer of an electrode and an electronit becomes possible to perform switching operation at high speed.

[0071]The directions for the electronic device in invention of Claim 26or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionenergy transfer speed to some stillness objects is made larger than the movement speed to other stillness objects among two or more stillness objects from a solid of revolutionThis solid of revolution is made into an excitation state by irradiating said solid of revolution with either electromagnetic waves or a charged particle beamMove this excitation energy only to said some of stillness objectsand this stillness object is excitedIt becomes possible by writing in information by whether it is returned by only this stillness object's changing

structure or receiving an electron from an electrode or an electron is passed to an electrode and it oxidizes to it to write in information at high speed.

[0072]The directions for the electronic device in invention of Claim 27 or an integration electronic device irradiate said stillness object which is carrying out orientation variously with the electromagnetic waves which carried out polarization control and the electron of some stillness objects is excited among said stillness objects. It becomes possible by writing in information by whether when only this stillness object receives an electron from an electrode it is returned or an electron is passed to an electrode and it oxidizes to it or structure is changed to write in information at high speed.

[0073]The directions for the electronic device in invention of Claim 28 or an integration electronic device it becomes possible by adding any one sort of an electric field or a magnetic field or the heat to said stillness object or irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beam and changing the oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures to write in information at high speed.

[0074]The directions for the electronic device in invention of Claim 29 or an integration electronic device By adding any one sort of an electric field or a magnetic field or the heat to said stillness object or irradiating with any one sort of electromagnetic waves or the electron beam it becomes possible by changing the oxidation-reduction potential of said stillness object or either of the structures and returning said stillness object to the state before the writing of information to eliminate information at high speed.

[0075]The directions for the electronic device in invention of Claim 30 or an integration electronic device By impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two] or impressing potential to the electrode near [said] the stillness object the electrode from a stillness object -- or it becomes possible by moving an electron in the direction of either of the stillness objects from an electrode and returning the stillness object of an oxidation state or reduced condition to the state before the writing of information to eliminate

information at high speed.

[0076]The directions for the electronic device in invention of Claim 31or an integration electronic deviceBy impressing voltage to inter-electrode [which sandwiches said electronic device / two]or impressing potential to the electrode near [said] the stillness objectthe electrode from a stillness object -- or it becomes possible by moving an electron in the direction of either of the stillness objects from an electrodeand detecting the number of the stillness objects of an oxidation state or reduced condition with either current or a move electron number to read information at high speed.

[0077]The directions for the electronic device in invention of Claim 32or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionthe interaction between this solid of revolution and some stillness objects is enlargedBy detecting from an electrode either the current of this stillness objectthe direction which goes to other electrodes to this stillness objecta solid of revolutionand other electrodes from the direction of the other sideor an electrodeor its opposite directionor a move electron numberBy detecting the redox status or structure of this stillness objectit becomes possible to read information at high speedwithout changing the redox status or structure of this stillness object.

[0078]The directions for the electronic device in invention of Claim 33or an integration electronic deviceBy controlling the orientation of said solid of revolutionbetween some stillness objects and said solids of revolutionOr the electron transferring rate between some stillness objects and an electrode is made larger than an electron transferring rate with other stillness objectsit becomes possible by moving an electron to this stillness object via direct or a solid of revolution from an electrode to read information at high speed by oxidizing this stillness object and detecting the number in which oxidation or reduction is possible among the stillness objects near [this] the solid of revolution as current or a move electron number in an electrode.

[0079]The directions for the electronic device in invention of Claim 34or an

integration electronic deviceit is made small whetherby controlling the orientation of said solid of revolutionthe interaction between some stillness objects and this solid of revolution is made larger than the interaction of other stillness objects and a solid of revolutionit becomes possible by irradiating said stillness object with an energy beamdetecting the luminescence action of this stillness object depending on the orientation of a solid of revolutionand detecting the redox status or structure of this stillness object to read information at high speed.

[0080]The directions for the electronic device in invention of Claim 35or an integration electronic deviceor [making the interaction between some stillness objects and this solid of revolution larger than the interaction of other stillness objects and a solid of revolution by controlling the orientation of said solid of revolution] -- or it being made small andWhen the luminescence action of a solid of revolution changes according to the redox status or structure of this stillness objectit becomes possible by irradiating this solid of revolution with an energy beamdetecting the luminescence action of this solid of revolutionand detecting the redox status or structure of this stillness object to read information at high speed.

[0081]It becomes possible for the directions for the electronic device in invention of Claim 36 or an integration electronic device to control the orientation of this solid of revolution by changing the electric field or magnetic field impressed to said solid of revolutiontherefore to control the revolving speed of this solid of revolution.

[0082]The directions for the electronic device in invention of Claim 37or an integration electronic device. [whether said solid of revolution is irradiated with either / at least / electromagnetic waves or a charged particle beamand]By heating this solid of revolutionrotate this solid of revolution and further Or the temperature of a solid of revolutionBy changing at least one of the wavelength of the electromagnetic waves with which the intensity of a charged particle beam or directionand solid of revolution with which the electric field or magnetic fieldand solid of revolution which are impressed to a solid of revolution are irradiated are

irradiated it becomes possible by controlling the revolving speed of this solid of revolution getting to know the orientation of the solid of revolution in arbitrary time and controlling the orientation of this solid of revolution to control the revolving speed of this solid of revolution.

[0083] The directions for the electronic device in invention of Claim 38 or an integration electronic device it becomes possible by irradiating said solid of revolution with pulse form electromagnetic waves or charged particle beam getting to know the orientation of this solid of revolution from the intensity of this pulse time width an interval and a number and controlling the orientation of this solid of revolution to control the revolving speed of this solid of revolution.

[0084]

[Working example]

Below embodiment 1. describes Embodiment 1 of this invention about a figure. In drawing 1a as for 21a stillness object and 23 are substrates a solid of revolution and 22a-22d and 24 is a normal (axis of symmetry) of one point with the substrate 23.

[0085] This electronic device is the composition that the solid of revolution 21 which is the molecule or functional team which will be in an excitation state by energy beam such as charged particle beam such as electromagnetic waves or electronic ion can rotate the normal 24 to the substrate 23 as the axis of rotation in parallel to the substrate 23. What the functional team combined with the object which it seems to comprise only a functional team as shown in a figure but that necessity does not have and constitutes a solid of revolution may be sufficient as this solid of revolution 21. What other substances added may be used. As for the solid of revolution 21 it is desirable that it is rotation asymmetry to a medial axis as a figure bullet triangle shows. However it is possible to take out a function also with the symmetry of revolution. Although it said that the normal 24 to the substrate 23 is rotated as a medial axis 10 to 90 degrees may be sufficient as the angle which this is the most desirable and the axis of rotation and the substrate 23 accomplish.

[0086]Near this solid of revolution 21a molecule or a functional team which receives energy an electron or its both from this solid of revolution 21 called a stillness object is stationed. The shortest distance between the solid of revolution 21 and the stillness object 22 is 0.01 nanometer - 1 micrometer. In this figure although 22a-four 22 d are shown the number of the stillness objects 22 may be one and plural may be sufficient as them. It is desirable in two or more cases to arrange so that it may become the symmetry of revolution to a medial axis. However all angles that the stillness object 22 and the axis of symmetry 24 of fellow next doors accomplish do not need to be equal and all the shortest distance of the axis of symmetry 24 and each stillness object 22 does not need to be equal. The stillness object 22 does not need to be the same functional team altogether. What a functional team combined with an object which that necessity does not have although the stillness object 22 seems to comprise only a functional team and constitutes the stillness object 22 from this figure may be used. The above is the basic constitution of an electronic device in this example.

[0087]Here the circumstances where it resulted in this invention the background of this invention etc. are explained. For example in a vegetable chloroplast an initial process of photosynthesis which a condensing complex of proteins and a photosynthetic reaction center complex of proteins change into chemical energy from solar energy efficient jointly is borne. In this initial process a condensing complex of proteins moves absorbed light energy in accordance with a course regular using a pigment functional team which had order and has stood in a line and is eventually passed to chlorophyll of reaction center protein. In reaction center protein an electronic transition happens taking advantage of receiving energy through an oxidation reduction functional team stationed by having order spatially. Orderly energy transfer and an electronic transition in space of these several nanometers - hundreds nanometer levels are due to chemical nature a position orientation and environment where a pigment functional team or a oxidation reduction functional team was decided. A pigment functional team and an oxidation reduction functional team also have the same thing. Therefore by

stationing a functional team in consideration of the chemical naturea positionorientationand environment in fixed spaceand controlling a positionorientationand environment from the exterior further artificiallyEnergy transfer in space of hundreds of or less nanometer levels and an electronic transition can be controlledand an electronic device is obtained using them.

[0088]By the wayas a method which is located and stations a functional team in consideration of orientationhow (this is hereafter called a supermolecule method) to combine a functional team with one intramolecular and the method (this is hereafter called a molecular arrangement method) of stationing a functional team on a substrate can be considered to one. In a supermolecule methodthe molecule used as a solid of revolutionthe molecule used as a stillness objectthe molecule used as a skeletonthe molecule used as a ligandand the molecule that combines them are prepared. Nextchemical modification of the binding site is carried out so that they may join together. And what is necessary is just to combine those part molecules finally.

[0089]There are some which use the probe of a scanning tunneling microscope (STM) for a thing typical as a means used for a molecular arrangement method. Although the tunneling microscope detected change of the tunnel current which flows into a probe and a conductive sample and has mainly been used as equipment which performs structure observationMany examples of molecule processing which uses control of the field intensity in an atom and molecular size these days are shownand attract attention as a micro-processing method in a completely different concept from the former. By using a piezo-electric elementSTM equipment can perform position control of a probe in the accuracy of less than 0.01 nanometer to the three way of lengthwidthand height. Although tungsten and a platinum iridium alloy were usually used for the probe of STMa probe tip is in the state where one atom projectedelectric field could be controlled by the field of the one atom leveland it became processible [an electronic level] by using this equipment.

[0090]Nextmolecule processing using this STM is explained. i) Make it react to

the gas which cuts a surface chemical bond using the electron beam generated in ii probe tip which contacts a probe to a processing object and performs plastic deformation mechanically and change a surface state. iii) Make a thermal change cause by the interaction of an electron beam and the surface. iv) Make a probe tip produce a high electric field and evaporate a probe tip or the atom and molecule of a subject. v) Make an atom and a molecule stick to a probe and move it to it. By using these methods it becomes possible to produce an element with an overly detailed structure of an atom and a molecular level.

[0091] Molecule processing can be performed even if it uses an atomic force microscope (AFM) besides STM. In this case the hole of a molecular level can be made by contacting a probe tip with arbitrary probe pressure to a work. Or a substance can be made to be able to stick to a probe tip and movement and an uplifted article can be made to form in it. All can be used if there is equipment which can be driven in the accuracy of STM and not only AFM but an atom and a molecule scale. It can carry out even if it uses the radiation from the laser beam of short wavelength a synchrotron etc. an electron beam etc.

[0092] The complex which the organic matter configurated in metal or metal ion as a solid of revolution in a supermolecule method can be considered. The complex can work also as the pigment functional team which absorbs light and an oxidation reduction functional team which bears an electronic transition. A porphyrin derivative is good also in it, this not only can control freely an absorption wavelength a luminous wavelength and an oxidation-reduction potential but sets an axis of symmetry as a straight line vertical to a porphyrin ring or a porphyrin derivative ring a center [a central metal] -- 90 degrees -- it is the symmetry of revolution mostly. If a central metal is made to configurate ligands such as a pyridine group it will be thought that it rotates simply focusing on it.

[0093] The molecule which has a spherical shell in a thing promising as a solid of revolution in a molecular arrangement method or its derivative is mentioned. There are fullerenes which are a carbonaceous allotrope as such a substance an

allotrope of silicon and a gold sulfide group compound. It is known also in it that C_{60} and one axis C_{70} are rotating at high speed according to the kind of substrate to which it stuck also under a crystal and in a single molecule state.

It can use as a molecular rotation object.

The functional team where optical pumping is carried out to these molecules is given to the target position and it rotates by irradiating with light with excited wavelengths. This functional team may be used as a functional team excited by the energy beam and the 2nd and 3rd functional team may be given to a solid of revolution.

[0094] Next as a stillness object energy and an electronic transition are most efficiently performed to the energy level in the excitation state of the functional team of a solid of revolution. And what is necessary is for movement to an opposite direction to choose a molecule and a functional team with an energy level which is not performed to use an aforementioned supermolecule method or molecular arrangement method for the distance and orientation to a supply molecule in this where a quantum yield is the highest and just to arrange it. What is necessary is just to control the orientation and revolving speed of a solid-of-revolution molecule and control of the speed and intensity of energy transfer and an electronic transition is performed by changing the kind of temperature an electric field a magnetic field light intensity a light wavelength the optical direction of radiation and substrate etc.

[0095] In this element energy an electron or its both are received and passed to the back receptor molecule in which light was irradiated within tens of milliseconds. The electrode and photon detector of detection of an electron or a photon which are furthermore emitted from a receptor molecule should just have one pair which can control an electric field to one electronic device of electrodes and a detector for the electronic device by a supermolecule method a storage cell or an integration electronic device. Namely one pair of electrodes and detectors are unnecessary for every stillness object. That is because each electronic transition and luminescence function of a stillness object are controllable by the most

characteristic orientation of a solid of revolution of this invention or control of revolving speed.

[0096] When the axis of rotation is dependent on a substrate in the case of the electronic device by a molecular arrangement method a storage cell or an integration electronic device. By wiring each molecule at a conductive polymer a carbon nanotube or intramolecular using the natural and artificial protein molecule holding the functional team which has electron transport potentials since an electrode cannot be formed in the opposite hand of the substrate of an electronic device it becomes possible to perform an electronic transition i.e. signal transduction certainly. This method is applicable also to the electronic device and integration electronic device by a supermolecule method. There should just be 1 set of piece of equipment for controlling a solid of revolution per integration element.

[0097] Next operation is explained. The principle is shown in drawing 2. In drawing 2 a molecule mold for 25 to fix a rotation parent for 36 fix a stillness parent and for 27 (28) fix a position of the rotation parent 25 (stillness parent 26) and 29 (30) are the functional teams of optical-pumping nature which carried out chemical modification to the rotation parent 25 (stillness parent 26). A molecule from which this electronic device constitutes a solid of revolution differs from a molecule which constitutes a stillness object. A solid of revolution consists of the functional team 29 (solid-of-revolution functional team) excited by the rotation parent 25 and light and a stillness object consists of the functional team 30 (stillness object functional team) excited by the stillness parent 26 and light.

[0098] It is a figure showing physical relationship [in / (a) - (c) can be set to an energy level diagram of a solid of revolution and a stillness object among a figure and / in (d) - (f) / each energy state of a solid of revolution and a stillness object] here. (a) In - (c) (A) is an energy level of a rotary function team and (B) is an energy level of a stillness object functional team. In the state where an optical exposure has not been carried out energy transfer in the state where a solid-of-revolution functional team and a stillness object functional team left a wax in what

kind of physical relationship does not happen (a). Next the solid of revolution 21 rotates by energy of lattice vibration generated when it will be in an excitation state and will return from this excitation state to the original ground state if the rotation parent 25 is irradiated. If the solid-of-revolution functional team 29 is irradiated with light of wavelength different furthermore minimum non-occupying orbital (LUMO) excitation of the electron of the solid-of-revolution functional team 29 which suited the highest occupancy orbit (HOMO) as shown in drawing 2 (b) will be carried out. The moment the solid-of-revolution functional team 29 and the stillness object functional team 30 which were in this excitation rolling state approach most energy or an electron moves to the stillness object 22 in terms of quanta. An electron which existed in LUMO of the solid of revolution 21 when energy transfer happened returns after [HOMO] energy supply and in the case of an electronic transition oxidizes. On the other hand the stillness object functional team 30 can pull up an electron which existed in HOMO to LUMO after energy acceptance. In the case of an electronic transition it is returned and an electron goes into LUMO. Anyway an electron goes into LUMO. And if other electron acceptors (for example electrode etc.) exist in an approaching position an electron will move with a certain damping time constant (c). The functional team 30 of a stillness object which caused an electronic transition and was in an oxidation state can revive in the original state by an electronic transition from the substrate 23 etc. A rectifying action can be given to this element from these things.

[0099] When the light irradiate this element is given and turned [one / light / and] off by a pulse the input/output relation over the pulse of an element comes to be shown in drawing 3. This figure shows the relation of extraction of the lightwave pulse of an input the luminescence intensity of a solid of revolution and the electron to a wiring molecule and can give a switching characteristic by giving light with pulse form from this figure.

[0100] The substance to which structure is changed by energy beam exposure instead of a solid of revolution (henceforth) an optical structural isomer -- calling - it uses and the functional team which will be in an excitation state by an energy

beam at this is given and the same effect is acquired even if it uses that the stillness objects which carry out energy transfer from a functional team come to differ with a structural change of an optical structural isomer.

[0101] Embodiment 2. next Embodiment 2 of this invention are described about a figure. In drawing 4 the functional team which phenyl-ized the chlorophyll c which is a Mg complex in which 31 becomes a solid of revolution and 32a-32d is a chlorophyll functional team which becomes a stillness object and the completely same functional team exists by four all. A ladder-like organism with the pyridine group from which 33 becomes a ligand to magnesium the ladder-like organism in which 34 supports the stillness object 22 and 35 are the mesh shape organisms holding the stillness object 22 and the ladder-like organism 34 and the above constitutes the one organic big molecule 36. Although the solid of revolution 31 can rotate a ligand freely as the axis of rotation the stillness object 32 is combined with the mesh shape organism 35 by four upper and lower sides and four functional teams are being altogether fixed toward the direction of the magnesium atom of the solid of revolution 31. In the organic molecule 36 a part of fluorescence emission spectrum of the solid of revolution 31 and electron spectrum of the stillness object 32 lap. The energy which the solid of revolution 31 absorbed from this is movable on the stillness object 32. At this time the orientation of the solid of revolution 31 is important. Since the solid of revolution 31 is phenyl-ized for not the symmetry of revolution but the reason it indicates interactions most strongly to be a phenyl group and the nearest stillness object 32 and it performs energy transfer. In the state where it was expressed with this figure the stillness object 32c and energy transfer were caused. By the way although the oxidation-reduction potential of the solid of revolution 31 was [more than 0.2V] low compared with it of the stillness object 32 therefore the electronic transition was generated by the reduced form of the solid of revolution 31 at high speed to the oxidant of the stillness object 32 the electronic transition did not happen in the direction of [from the reduced form of the stillness object 32] the oxidant of the solid of revolution 31. This electronic transition caused the

phenyl group and the nearest stillness object 32c and electronic transition of the solid of revolution 31 as well as the energy transfer mentioned above.

[0102] Although the case where phenyl-ized chlorophyll c was used as a solid-of-revolution functional team was shown here Other complexess such as other porphyrin derivativess such as chlorophyll derivativebacteriochlorophyll derivativeheme derivativephthalocyanine derivativeand cyanocobalamine derivativeor iron sulfur complexesmay be sufficient. Although the case where chlorophyll was used as a stillness object functional team was shown The complex illustrated as a solid-of-revolution functional teama pheophytin derivativeand screw azo dye. Phthalocyanine dye SUKUWARIRIUMU pigments and AZURENIUMU pigments. Oxidation reduction functional teams and fluorescence functional teamss such as a stilbene derivativea triphenylmethane derivativea triphenylamine derivativea flavin derivativequinonea polypyrrole derivativecarotenoida metal atomand metal ionmay be sufficient.

[0103] Although this embodiment showed the composition which supported the solid of revolution from the base material by the coordinate bondas shown in drawing 5 the composition which supported the solid of revolution 31 from the base material by the single bond 37 and set the axis of rotation as that single bond 37 may be used. In this caseit is not necessary to be necessarily a complex as a solid-of-revolution functional teamand what is necessary is just a functional team of excitation natureAn anthracene derivativea flavin derivativecyanine dyea dansyl chloride derivativeThe result also with same fluorescein derivativecoumarinrhodamineperylene derivativepyrene derivativeparinaric acidoxonol dyeFau Mai Singh derivativeverubrene derivative naphthalene derivativeand phenanthrene derivative was obtained.

[0104] Although this embodiment showed the example which supports a solid of revolution and a stillness object with one base material and by which an electronic device is constituted from one moleculeas shown in drawing 6 it is good also as composition which only the solid of revolution 31 supported to the base material 38. As are shown in drawing 7 and two or more oxidation reduction

functional teams 40 may constitute a stillness object and it is further shown in drawing 8 it is good also as the stillness object 41 which put in a row two or more functional teams where oxidation-reduction potentials differ a stillness object. The distance of a mutual functional team and orientation must be considered as charge separation happening efficient at this time. If it does in this way an electrode can be made to move an electron to the back high yield in which the stillness object received the electron from the solid of revolution. If a retinal derivative is used and energy is received structure will change. Thus the functional team which will change structurally if energy transfer can be received or it can irradiate with electromagnetic waves may be used as a stillness object. When using two or more stillness objects furthermore all do not necessarily need to be the same. The axis of rotation of a solid of revolution is the straight line which tied the nitrogen atom of two pyridine residues in drawing 4 and what is necessary is for the range of this angle just to be 10 to 90 degrees although it has a substrate and an angle of 90 degrees. Although the pyridine residue was used as a ligand which supports a solid of revolution other nitrogen compoundsoxygen compoundssulfur compoundsetc. may be sufficient. Although the mesh shape organism and the ladder-like organism were used as a structurea substance with spherical shellssuch as other organic matters and silicon compoundsand fullerene and its part may be sufficient.

[0105] The method integration electronic device of integration is explained for embodiment 3. next the electronic device in this invention about a figure. In order to create this integration electronic device the substrate 42 first shown in drawing 9 (a) is prepared. As for this substrate 42 what has insulation good moreover is [at an atom level for example like a silicon oxide or mica] preferred common. Next metal was vapor-deposited and the stripe electrode 43 was formed so that it might have width (1 - 10 nm of numbers) almost equal to the size of the electronic device of this invention in the substrate 42. The above-mentioned electronic device 36 is a molecule which made the mesh shape organism the skeleton and is nonaqueous solubility. Then when this molecule was dissolved in

the volatile organic solvent and it was dropped on the water surface the solvent evaporated and the monomolecular film in which the electronic device was regularly located in a line on the water surface generated. This monomolecular film was transferred on the substrate 42 by the Langmuir-Blodgett's technique (the LB method) etc. The stripe electrode 44 was formed by vacuum evaporation so that the stripe electrode 43 might furthermore be intersected. By impressing voltage to 1 of the stripe electrodes 43 and 1 of the stripe electrodes 44 the electric field was able to be impressed to arbitrary electronic devices by carrying out like this. One electronic device of drawing 9 (a) is expanded and shown in drawing 9 (b). As for the stillness object 32 the stripe electrode 44 caused the neighborhood therefore the stripe electrode 44 and the electronic transition more compared with the stripe electrode 43. The stripe electrode 44 used the 1-100-nanometer metal thin film or the transparent electrode so that electromagnetic waves might penetrate. Although it was made for the stripe electrode 43 and the stripe electrode 44 to intersect perpendicularly in this example that necessity does not necessarily exist.

[0106] Although two or more electronic device molecules created the monomolecular film regularly located in a line in the above example As methods other than this embodiment the organic solvent solution of lipid molecules such as phosphatidylcholine is first dropped on the water surface A monomolecular film is created electronic device molecule solution replaces the water under a monomolecular film an electronic device molecule sticks to the monomolecular film of lipid and it may be made for an electronic device molecule to be further located in a line finely automatically by the interaction between electronic device molecules. It is important for the salt intensity in water a hydrogen-ion density temperature the surface pressure of lipid molecular structure the kind of solvent adsorption time and a lipid monomolecular film etc. putting an electronic device molecule in order finely at this time.

[0107] How to use the electronic device of embodiment 4. next this invention as a storage cell is explained about drawing 10. First how using the above-mentioned

integration element to write in information is explained. The four electrodes 45a-45d were formed before and after the right and left of an integration element. The direction and size of the electric field which the electronic device pinched by the four electrodes 45 sets were able to be arbitrarily controlled by controlling the voltage impressed to the group of the electrodes 45a and 45c and a group (45b and 45d). The solid of revolution 31 is the structure for un-[rotation] as mentioned above and has a dipole moment. Therefore direction is changed according to an electric field vector. If the potential of the electrode 45a is impressed 1V to 45c as shown in a figure and it is made not to impress potential to 45b and 45d an electric field vector will be suitable as the arrow 46 shows. According to it the solid of revolution was suitable so that a phenyl group might be in agreement with the arrow 46. As a result the phenyl group approached most with 32c among the four stillness objects 32. The combination of the stripe electrodes 43 and 44 was chosen so that voltage might be impressed to one arbitrary electronic devices among integration electronic devices in this state and the potential of the stripe electrode 43 was impressed -5-+5V to the stripe electrode 44. Next the stillness object 32 was not made into high energy but in order to change the solid of revolution 31 into a high energy state it irradiated with light with a wavelength of 600-1000 nm for 1 n seconds. Then the electron of the solid of revolution 31 was excited.

[0108] Next the energy moved to the stillness object 32c and an electron of the stillness object 32c was excited. However since voltage is impressed by the stripe electrodes 43 and 44 if voltage of the stripe electrode 43 is plus to the stripe electrode 44 an electronic transition will be generated by the stripe electrode 44 to the stillness object 32c and it will be returned. When it was minus an electronic transition happened and oxidized to the stripe electrode 43. Anyway the stillness object 32c changed so that it might differ from an other stillness objects [32a-32b and 32d] state. "1" and the original state are set to "0" the result for example reduced condition and if a stillness objects [32a-32d] state is expressed in writing in order it will be set to "0010" now. When controlling voltage

furthermore impressed to the electrodes 45a-45d performing same operation and returning the stillness object 32aa state of an electronic device changed into the state where it can express "1010." That is since information on "0000"- "1111" was expressed it turned out that 4-bit information can be written in one electronic device. Since these operations of a series of were performed to all the elements of an integration element it turned out that number x of electronic devices 4 bit information can be written in. At this example it is 80 bits in 20x4.

[0109] In this embodiment the number of bits which can be written in if the number of stillness objects per one electronic device is increased can increase and can write in information on the number of bits of the total number of stillness objects in an integration electronic device. although 20 electronic devices were integrated in this embodiment a size of one electronic device is about 4 nanometers in diameter and is called 6.25×10^{12} individual per square centimeter - - it can also be accumulated very with high density. In this case the amount of information which can be written in is a 2.5×10^{13} bit (25 terabits). Of course a degree of location is changeable. Change of redox status is reversible and re-writing is possible for this storage cell.

[0110] How to write in at the time of using retinal as embodiment 5.next a stillness object functional team is explained. The procedure is completely the same as the above-mentioned case. Retinal contains the cis form before receiving energy but if energy is received it will change structurally to all the trans form. As a result the information on the number of bits equal to the number of retinal functional teams was able to be written in per one electronic device like the case where the above-mentioned redox status is changed. The **** - transformer structural change is reversible and re-writing is possible for this storage cell. Anything can be used if it is a substance which irradiates with energy beam such as light and causes a structural change irreversibly besides retinal.

[0111] How to write in embodiment 6.next others is explained about drawing 11. Here the electronic device 47 including the three stillness objects 48a-48c which consist of chlorophyll functional teams was used. Each stillness object 48

accomplishes the angle of 120 degrees mutually. This was inserted by the stripe electrodes 43 and 44 up and down. The light transmission electrode was used for the stripe electrode 44. In this case it was considered as the tin oxide. Voltage was impressed to arbitrary electronic devices like the above-mentioned case. Next it is irradiated with the 600-1000-nm light which let the polarizing filter 51 pass. It can be arbitrarily rotated by the polarizing filter 51 and it enabled it to control direction of polarization. Since chlorophyll is excited by only polarization of fixed direction arbitrary stillness objects can be excited among the three stillness objects 48a-48c. The arrow 49 shows direction of the electric field vector of the light with which it is irradiated. This figure shows the example which is in agreement with direction of the stillness object 48a and by which the stillness object 48a was excited. As a result the redox status of arbitrary stillness objects could be controlled like the above-mentioned case and the information on the number of bits equal to the number of stillness objects was able to be written in. In this example it is a triplet of "000"- "111."

[0112] How to write in embodiment 7. next others is explained. An exposure of the ultraviolet radiation the X-ray gamma ray or electron beam of the short wavelength which has larger energy than the usual excited wavelengths in Embodiment 6 would oxidize the double bond of the stillness object 48. This reaction is irreversible. Thus since re-writing is impossible for an electronic device when oxidizing irreversibly or changing structure irreversibly it functions as a read-only storage cell which can be written in once. Impressing an electric field strong against arbitrary electronic devices by the stripe electrodes 43 and 44 in order to make such an irreversible reaction cause even if it impresses or heats a magnetic field the same result is obtained.

[0113] Drawing 12 is explained about the read method of embodiment 8. next information. When the state of the stillness object 32 changes from the original state it uses that the conductivity of the stillness object 32 changes. That is by changing the electric field or magnetic field which an electronic device sets like the case of Embodiment 4 orientation of the solid of revolution was carried out so

that each stillness object might be turned to. -5V--0.001mV voltage was simultaneously impressed to the stripe electrode 43 to the stripe electrode 44. Then when the distance between the stillness object and solid of revolution from which it writes in and the state is not sometimes changing became the shortest the stripe electrode 44 -> stillness object 32 -> solid-of-revolution 31 -> stripe electrode 43 and current flowed. However when a state changed current did not flow. Therefore since by detecting current with the oriented state of the solid of revolution 3 showed the state of each stillness object 32 information was able to be read. Since it was thought that an electron was flowing through the chlorin ring at this time rather than that flows through magnesium of a central metal redox status does not change but information was held.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is a basic constitution figure showing the electronic device by Embodiment 1 of this invention.

[Drawing 2] It is a figure showing the basic constitution and the energy level of an electronic device by Embodiment 1 of this invention.

[Drawing 3] It is a figure showing the input/output relation over the pulse of the electronic device by Embodiment 1 of this invention.

[Drawing 4] It is a mimetic diagram showing the electronic device by Embodiment 2 of this invention.

[Drawing 5] It is a mimetic diagram showing the modification of the electronic device of Embodiment 2 of this invention.

[Drawing 6] It is a mimetic diagram showing other modifications of the electronic device of Embodiment 2 of this invention.

[Drawing 7] It is a mimetic diagram showing other modifications of the electronic device of Embodiment 2 of this invention.

[Drawing 8] It is a mimetic diagram showing other modifications of the electronic

device of Embodiment 2 of this invention.

[Drawing 9]It is a mimetic diagram of the integration electronic device by Embodiment 3 of this invention.

[Drawing 10]It is a mimetic diagram showing the writing of the information on the integration electronic device of Embodiment 4 of this invention.

[Drawing 11]It is a mimetic diagram showing the writing of the information on the integration electronic device of Embodiment 6 of this invention.

[Drawing 12]It is a figure showing the relation of the current detected as the orientation of the solid of revolution in read-out of the information on the integration electronic device of Embodiment 8 of this invention.

[Drawing 13]It is a cross section showing the electronic device by Embodiment 13 of this invention.

[Drawing 14]It is a cross section showing the electronic device by Embodiment 14 of this invention.

[Drawing 15]It is a figure showing the luminescent characteristic of the solid of revolution of the electronic device by Embodiment 14 of this invention.

[Drawing 16]It is a cross section showing the electronic device by Embodiment 15 of this invention.

[Drawing 17]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 15 of this invention and the relation of the luminescent characteristic of a solid of revolution.

[Drawing 18]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 15 of this invention and the relation of the luminescent characteristic of a solid of revolution.

[Drawing 19]It is a process figure showing the manufacturing method of the electronic device in Embodiment 16 of this invention.

[Drawing 20]It is a cross section showing the electronic device by Embodiment 17 of this invention.

[Drawing 21]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 17 of this invention and the relation of the

luminescent characteristic of a solid of revolution.

[Drawing 22]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 17 of this inventionand the relation of the luminescent characteristic of a solid of revolution.

[Drawing 23]It is a cross section showing the electronic device by Embodiment 18 of this invention.

[Drawing 24]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 18 of this inventionthe luminescent characteristic of a solid of revolutionand the relation of a microammeter value.

[Drawing 25]It is a figure showing the output of the light emitting diode of the electronic device of Embodiment 18 of this inventionthe luminescent characteristic of a solid of revolutionand the relation of a microammeter value.

[Drawing 26]It is a process figure showing the manufacturing method of the electronic device by Embodiment 18 of this invention.

[Drawing 27]It is an upper part mimetic diagram showing the attachment part of the electronic device by Embodiment 19 of this invention.

[Drawing 28]It is a figure showing the writing of the information on the electronic device by Embodiment 19 of this inventionand the read-out characteristic.

[Drawing 29]It is a process figure showing the method of integration of the electronic device by Embodiment 20 of this invention.

[Drawing 30]It is a cross section showing the rectifier of the conventional MOS structure.

[Drawing 31]It is a structure illustration showing the magneto-optical disc using the conventional light modulation over write.

[Explanations of letters or numerals]

21 Solid of revolution

22a-22d Stillness object

23 Substrate

24 Normal (axis of symmetry)

25 Rotation parent

- 26 Stillness parent
- 27 and 28 Molecule mold
- 29 and 30 A functional team of optical-pumping nature
- 31 A solid of revolution
- 32a-32d A stillness object
- 33 and 34 A ladder-like organism
- 35 A mesh shape organism
- 36 An organic molecule
- 37 A single bond
- 38 A base material
- 40 A oxidation reduction functional team
- 41 A stillness object
- 42 A substrate
- 43 and 44 A stripe electrode
- 45a-45d An electrode
- 48a-48c A stillness object
- 52 A substrate
- 53 A C₇₀ molecule
- 54 An anthracene molecule
- 55 A flavin simple substance
- 56 A light emitting diode
- 57 PSTM
- 58 An optical probe
- 61 An anthracene modification object of C₇₀
- 62 A FURABO cytochrome molecule
- 63 and 64 A molecule mold
- 65 An STM probe
- 71 A platinum electrode
- 72 Polyacetylene
- 73a and 73b A microammeter

74 An electrode

81 A mixed solution

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-302805

(43)公開日 平成6年(1994)10月28日

(50)Int.Cl.⁸

H 0 1 L 29/28
49/00

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

7514-4M

審査請求 未請求 請求項の数38 FD (全 30 頁)

(21)出願番号 特願平5-111139

(22)出願日 平成5年(1993)4月15日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 上山 智嗣

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(72)発明者 宮本 誠

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(72)発明者 磐田 博

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(74)代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

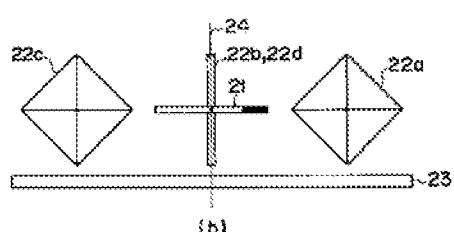
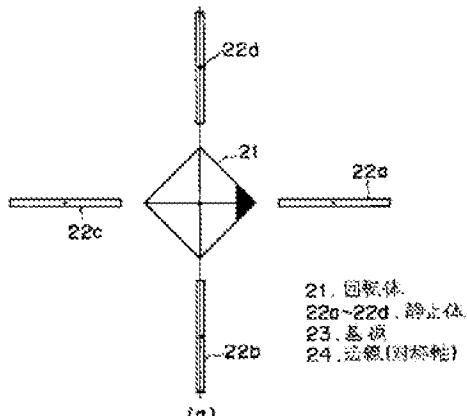
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子素子とその集積化電子素子及びそれらの使用方法

(57)【要約】

【目的】 高速で作動することができ、しかも超高密度に集積化が可能な電子素子とその集積化電子素子を提供し、さらにこれらの素子に適した使用方法を提供する。

【構成】 基板23上に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有する回転体21を回転可能に配置し、該回転体21近傍に、該回転体21からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る分子または機能団を有する静止体22を1つ以上配置した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有し、基板上に回転可能に配置された回転体と、該回転体近傍に1つ以上配置され、該回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る分子または機能団を有する静止体とを備えた電子素子。

【請求項2】 前記回転体は、励起状態となる照射エネルギーが互いに異なる複数の機能団を有することを特徴とする請求項1記載の電子素子。

【請求項3】 前記回転体の回転軸は、その軸方向が前記基板の法線方向と一致することを特徴とする請求項1または2のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項4】 前記回転体は、回転母体に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項5】 前記回転母体は、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより構造が変化する構造異性体であることを特徴とする請求項4記載の電子素子。

【請求項6】 前記静止体は、静止母体に、前記回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る機能団を結合したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項7】 前記回転体と、該回転体を支持する支持体を1つの分子により構成したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項8】 前記回転体を錯体とし、該回転体の回転軸を前記錯体の中心金属への2個の配位子としたことを特徴とする請求項7記載の電子素子。

【請求項9】 前記回転体を、2個の単結合により支持体に結合された機能団または該機能団を含む分子団のいずれかとし、これら2個の単結合を該回転体の回転軸としたことを特徴とする請求項1、2、3または7のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項10】 前記回転体は、球殻を有する分子に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項11】 前記静止体を複数、前記回転体の回転軸から等距離の位置に、該回転体に対して一定の配向を有するように、かつ該回転軸と互いに隣接する2つの静止体それぞれとのなす角が一定であるように配置したことを特徴とする請求項1ないし10のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項12】 前記静止体を、酸化還元機能団を複数保持する分子、分子集合体、機能団集合体のいずれか1種とし、前記酸化還元機能団は、前記回転体から電子またはエネルギーの少なくとも一方を受け取る第1の酸化

還元機能団と、該第1の酸化還元機能団から電子を受け取る第2の酸化還元機能団とを備えたことを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項13】 前記静止体は、電子伝達機能を有する生体高分子材料またはその一部を改変した改変生体高分子材料のいずれかを有することを特徴とする請求項1ないし11のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項14】 前記回転体と、前記静止体と、これらを支持する支持体とを1つの分子により構成したことを特徴とする請求項1、2、3または11のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項15】 前記電子素子を構成する分子と特異的結合を起こす置換基を基板または電極に設け、前記回転体と静止体を一定の配向を持たせて前記基板上または電極上に配置したことを特徴とする請求項1ないし14のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項16】 前記特異的結合は、疎水結合、イオン結合、ファンデルクールス力による結合のいずれか1種であることを特徴とする請求項15記載の電子素子。

【請求項17】 前記静止体近傍に、該静止体から電子を受け取るか、または該静止体に電子を供給することにより電荷を蓄積する部材を配置したことを特徴とする請求項1ないし16のいずれか1項記載の電子素子。

【請求項18】 基板上または電極上に、球殻を有する分子からなる回転体の少なくとも一部分を収納し該回転体を回転可能に支持する凹部を有する構造体を設けたことを特徴とする電子素子。

【請求項19】 前記回転体は、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有することを特徴とする請求項18記載の電子素子。

【請求項20】 前記凹部は、前記基板または電極を構成する原子を選択除去した凹面であることを特徴とする請求項18記載の電子素子。

【請求項21】 前記凹部は、前記基板上または電極上に環状の分子を配置して構成したことを特徴とする請求項18記載の電子素子。

【請求項22】 請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を構成する分子を、親水基と疎水基を有する分子からなる膜に吸着させ、前記電子素子を構成する分子間の吸着能により、該分子が一定の配向を有するようにしたことを特徴とする集積化電子素子。

【請求項23】 請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を基板上または電極上に複数個配列したことを特徴とする集積化電子素子。

【請求項24】 請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を1つ以上の細線状の電極上に配列し、該電子素子上に1つ以上の細線状の電極を設けたことを特徴とする集積化電子素子。

【請求項25】 前記回転体の配向を制御することによ

り、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度または電子移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーまたは励起電子を前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起または還元させ、該静止体のみが電極と電子の授受を行うことによりスイッチングを行うことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項26】 前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーを前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起させ、該静止体のみが構造を変化させるか、電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるかのいずれかにより情報の書き込みを行うことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項27】 様々に配向している前記静止体に偏光制御した電磁波を照射し、前記静止体のうち一部の静止体の電子を励起し、該静止体のみが電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるか、構造を変化させるかのいずれかにより情報の書き込みを行うことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項28】 前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、情報の書き込みを行うことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項29】 前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、前記静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより情報を消去することを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項30】 前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより情報を消去することを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子または集積化電子素子の使用方法。

すことにより情報を消去することを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項31】 前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体の数を、電流または移動電子数のいずれかにより検知し情報を読み出すことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項32】 前記回転体の配向を制御することにより、該回転体と一部の静止体との間の相互作用を大きくし、電極から該静止体、他の電極へと向かう方向、または電極から該静止体、回転体、他の電極へと向かう方向、あるいはその逆方向の電流または移動電子数のいずれかを検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を変化させることなく該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すことを特徴とする請求項1ないし14、17、22ないし24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項33】 前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と前記回転体との間、または一部の静止体と電極との間の電子移動速度を他の静止体との電子移動速度より大きくし、電極から該静止体へ直接、または回転体を介して電子を移動させることにより該静止体を酸化し、該回転体近傍の静止体のうち、酸化または還元可能な数を電極において電流または移動電子数として検知し、情報を読み出すことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項34】 前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするか小さくし、前記静止体にエネルギーを照射し、回転体の配向に依存する該静止体の発光挙動を検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項35】 前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするかまたは小さくし、該静止体の酸化還元状態または構造に応じて回転体の発光挙動が変化することにより、該回転体にエネルギーを照射し、該回転体の発光挙動を検知して該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すことを特徴とする請求項1ないし14、17、23または24のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

電子素子の使用方法。

【請求項36】 前記回転体に印加する電場または磁場を変化させることにより、該回転体の配向を制御することを特徴とする請求項25、26、32ないし35のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項37】 前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームの少なくとも一方を照射するか、または該回転体を熱することにより該回転体を回転させ、さらに、回転体の温度、回転体に印加する電場または磁場、回転体に照射する荷電粒子ビームの強度または方向、回転体に照射する電磁波の波長の少なくとも1つを変化させることにより、該回転体の回転速度を制御し、任意の時間における回転体の配向を知り該回転体の配向を制御することを特徴とする請求項25、26、32ないし35のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【請求項38】 前記回転体に、パルス状の電磁波または荷電粒子ビームを照射し、該パルスの強度、時間幅、間隔、数から該回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御することを特徴とする請求項25、26、32ないし35のいずれか1項記載の電子素子または集積化電子素子の使用方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、高速で作動することができ、しかも超高密度に集積が可能な電子素子とその集積化電子素子及びそれらの使用方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図30は従来の集積回路に用いられているMOS構造の整流素子を示す断面図であり、図において、1はp型シリコン基板、2はn型領域、3はp型領域、4はn型領域、5は酸化珪素膜、6、7は電極であり、これら電極6、7間でp-n接合(p型領域3-n型領域4接合)が形成され、整流特性が実現されている。

【0003】 また従来用いられている記憶素子としては、半導体メモリー、光ディスクがある。半導体メモリーにおいては、現在64メガビットDRAMのものが製造可能となっており、これは線幅約0.25μmに対応する。

【0004】 また光による情報の書き込み、読み出しを行なう光磁気ディスクとしては、例えば、鈴木静雄共著：日本ビジネスレポート技術予測シリーズ第4巻オプトエレクトロニクス技術119頁、平成2年1月20日発行、に示されているような図31に示すものがある。図31において、11はメモリ層、12は補助層、13は初期化磁石、14は記録用磁石、15は光学レンズである。この光磁気ディスクに情報を書き込むには、まず初

期化磁石13で補助層12の磁化の向きを一方向に揃えておく。オーバーライトする場合には、低磁界の記録磁石14を用い、光強度を変調させながら記録を行うと、高レーザーパワー時には補助層12とメモリ層11がともにキュリー温度以上になり、両者の磁化の向きが同時に記録磁界の向きに反転し、例えば“1”的記録が、また低レーザーパワー時には、メモリ層11のみがキュリー温度以上となり、補助層12の向きはそのままで、メモリ層11の磁化の向きが補助層12の向きに一致する(“0”が記録される)。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 従来のMOS構造の整流素子は以上のように構成されているので、集積回路のメモリ容量と演算速度を上昇させるには、素子そのものの微細化が不可欠となるのであるが、シリコンを用いる素子では0.2μm程度の超微細パターンで電子の平均自由行程と素子サイズとがほぼ等しくなり、素子の独立性が保たれなくなるなどの問題点があった。このように日々発展を続けるシリコンテクノロジーも微細化の点ではいずれは壁に突き当たることが予想され、新しい原理に基づく電子回路素子であって上記0.2μmの壁を突破するものが求められている。

【0006】 また従来の光磁気ディスクは以上のように構成されているので、この場合にも基板上にトラックを作製するために超微細加工が必要であり、上記と同様に微細化の限界に突き当たるなどの問題点があった。また情報の読み出し、書き込みをレーザー光により行なうため光照射の領域を狭くする必要があるが、レーザー光を絞り込む光学技術には限界がある。また情報の保存を磁性膜の磁界の向きにより制御しているため、磁気記録のために強いレーザー光を必要とする。さらに情報の書き込みや読み出しをする速度、すなわち転送速度が遅いという欠点があり、これは通信分野への適用等を考えると致命的なものである。

【0007】 この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、高速で作動することができ、しかも超高密度に集積が可能な電子素子とその集積化電子素子を得ることを目的としており、さらにこれらの素子に適した使用方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 請求項1の発明に係る電子素子は、基板上に、電磁波または電子やイオン等の荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能團を有する回転体を回転可能に配置したもので、さらに該回転体近傍に、該回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る分子または機能團を有する静止体を1つ以上配置したものである。

【0009】 また、請求項2の発明に係る電子素子は、前記回転体が励起状態となる照射エネルギーが互いに異

なる複数の機能団を有するものである。

【0010】また、請求項3の発明に係る電子素子は、前記回転体の回転軸を、その軸方向が前記基板の法線方向に一致させたものである。

【0011】また、請求項4の発明に係る電子素子は、前記回転体を、回転母体に、電磁波または電子やイオン等の荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したものである。

【0012】また、請求項5の発明に係る電子素子は、前記回転母体を、電磁波または電子やイオン等の荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより構造が変化する構造異性体としたものである。

【0013】また、請求項6の発明に係る電子素子は、前記静止体を、静止母体に、前記回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る機能団を結合したものである。

【0014】また、請求項7の発明に係る電子素子は、前記回転体と、該回転体を支持する支持体を1つの分子により構成したものである。

【0015】また、請求項8の発明に係る電子素子は、前記回転体を錯体とし、該回転体の回転軸を前記錯体の中心金属への2個の配位子としたものである。

【0016】また、請求項9の発明に係る電子素子は、前記回転体を、2個の単結合により支持体に結合された機能団または該機能団を含む分子団のいずれかとし、これら2個の単結合を該回転体の回転軸としたものである。

【0017】また、請求項10の発明に係る電子素子は、前記回転体を、球殻を有する分子に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したものである。

【0018】また、請求項11の発明に係る電子素子は、前記静止体を複数、前記回転体の回転軸から等距離の位置に、該回転軸に対して一定の配向を有するよう、かつ該回転軸と互いに隣接する2つの静止体それぞれとのなす角が一定であるように配置したものである。

【0019】また、請求項12の発明に係る電子素子は、前記静止体を、酸化還元機能団を複数保持する分子、分子集合体、機能団集合体のいずれか1種とし、前記酸化還元機能団は、前記回転体から電子またはエネルギーの少なくとも一方を受け取る第1の酸化還元機能団と、該第1の酸化還元機能団から電子を受け取る第2の酸化還元機能団とを備えたものである。

【0020】また、請求項13の発明に係る電子素子は、前記静止体を、電子伝達機能を有する生体高分子材料またはその一部を改変した改変生体高分子材料のいずれかを有するとしたものである。

【0021】また、請求項14の発明に係る電子素子は、前記回転体と、前記静止体と、これらを支持する支持体とを1つの分子により構成したものである。

【0022】また、請求項15の発明に係る電子素子は、前記電子素子を構成する分子と特異的結合を起こす置換基を基板または電極のいずれかに設け、前記回転体と静止体を一定の配向を持たせて前記基板上または電極上のいずれかに配置したものである。

【0023】また、請求項16の発明に係る電子素子は、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルクールスカによる結合のいずれか1種としたものである。

【0024】また、請求項17の発明に係る電子素子は、前記静止体近傍に、該静止体から電子を受け取るか、または該静止体に電子を供給することにより電荷を蓄積する部材を配置したものである。

【0025】また、請求項18の発明に係る電子素子は、基板上または電極上のいずれかに、球殻を有する分子からなる回転体の少なくとも一部分を収納し該回転体を回転可能に支持する凹部を有する構造体を設けたものである。

【0026】また、請求項19の発明に係る電子素子は、前記回転体が、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有するものである。

【0027】また、請求項20の発明に係る電子素子は、前記凹部を、前記基板または電極を構成する原子を選択除去した凹面としたものである。

【0028】また、請求項21の発明に係る電子素子は、前記凹部を、前記基板上または電極上に環状の分子を配置して構成したものである。

【0029】また、請求項22の発明に係る集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を構成する分子を、親水基と疎水基を有する分子からなる膜に吸着させ、前記電子素子を構成する分子間の吸着能により、該分子が一定の配向を有するようにしたものである。

【0030】また、請求項23の発明に係る集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を基板上または電極上のいずれかに複数個配列したものである。

【0031】また、請求項24の発明に係る集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を1つ以上の細線状の電極上に配列し、該電子素子上に1つ以上の細線状の電極を設けたものである。

【0032】また、請求項25の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度または電子移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または電子やイオン等の荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この

励起エネルギーまたは励起電子を前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起または還元させ、該静止体のみが電極と電子の授受を行うことによりスイッチングを行うものである。

【0033】また、請求項26の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、この回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度を他の静止体への移動速度より大きくする。ここで前記回転体に電磁波または電子やイオン等の荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーを前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起させ、該静止体のみが構造を変化させるか、電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるかのいずれかにより情報の書き込みを行うものである。

【0034】また、請求項27の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、様々に配向している前記静止体に偏光制御した電磁波を照射し、前記静止体のうち一部の静止体の電子を励起し、該一部の静止体のみが電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるか、構造を変化させるかのいずれかにより情報の書き込みを行うものである。

【0035】また、請求項28の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、情報の書き込みを行うものである。

【0036】また、請求項29の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、前記静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより情報を消去するものである。

【0037】また、請求項30の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより情報を消去するものである。

【0038】また、請求項31の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体の数を、電流

または移動電子数のいずれかにより検知し情報を読み出すものである。

【0039】また、請求項32の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、該回転体と一部の静止体との間の相互作用を大きくし、電極から該静止体を経由し、他の電極へ向う方向、または電極から該静止体及び回転体を経由し、他の電極へと向かう方向、あるいはその逆方向の電流または移動電子数のいずれかを検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を変化させることなく該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すものである。

【0040】また、請求項33の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、前記静止体のうち一部の静止体と前記回転体との間、または一部の静止体と電極との間の電子移動速度を該静止体以外の他の静止体との電子移動速度より大きくし、電極から該静止体へ直接、または回転体を介して電子を移動させることにより該静止体を酸化し、該回転体近傍の静止体のうち、酸化または還元可能な数を電極にて電流または移動電子数として検知し、情報を読み出すものである。

【0041】また、請求項34の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするかまたは小さくし、前記静止体にエネルギー ビームを照射し、回転体の配向に依存する該静止体の発光挙動を検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すものである。

【0042】また、請求項35の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするかまたは小さくし、該静止体の酸化還元状態または構造に応じて回転体の発光挙動が変化することにより、該回転体にエネルギー ビームを照射し、該回転体の発光挙動を検知して該静止体の酸化還元状態または構造を検知し、情報を読み出すものである。

【0043】また、請求項36の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に印加する電場または磁場を変化させることにより、該回転体の配向を制御するものである。

【0044】また、請求項37の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に電磁波または電子、イオン等の荷電粒子ビームの少なくとも一方を照射するか、または該回転体を熱することにより該回転体を回転させ、さらに回転体の温度、回転体に印加する電場または磁場、回転体に照射する電子、イオン等の荷電粒子ビームの強度または方向、回転体に照射する

電磁波の波長の少なくとも1つを変化させることにより、該回転体の回転速度を制御し、任意の時間における回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御するものである。

【0045】また、請求項38の発明に係る電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に、パルス状の電磁波または荷電粒子ビームを照射し、該パルスの強度、時間幅、間隔、数から該回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御するものである。

【0046】

【作用】請求項1の発明における電子素子は、基板上に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有する回転体を回転可能に配置したことにより、微小機械の駆動源となる微小モーターが可能になる。また、該回転体近傍に、該回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る分子または機能団を有する静止体を1つ以上配置したことにより、エネルギー移動または電子移動を高速で制御できる電子素子が可能になる。

【0047】また、請求項2の発明における電子素子は、前記回転体が励起状態となる照射エネルギーが互いに異なる複数の機能団を有することにより、回転を制御できる電子素子が可能になる。

【0048】また、請求項3の発明における電子素子は、前記回転体の回転軸の軸方向が前記基板の法線方向と一致することにより、回転効率の良い微小モーターを有する電子素子が可能になる。

【0049】また、請求項4の発明における電子素子は、回転母体に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したことにより、微小機械の駆動源となる微小モーターを有する電子素子が可能になる。

【0050】また、請求項5の発明における電子素子は、前記回転母体を、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより構造が変化する構造異性体としたことにより、回転の異なる微小モーターを有する電子素子が可能になる。

【0051】また、請求項6の発明における電子素子は、前記静止体を、静止母体に、前記回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る機能団を結合したことにより、エネルギー移動または電子移動を制御できる電子素子が可能になる。

【0052】また、請求項7の発明における電子素子は、前記回転体と、該回転体を支持する支持体とを1つの分子により構成したことにより、回転体の回転軸が安定する。

【0053】また、請求項8の発明における電子素子は、前記回転体を錯体とし、該回転体の回転軸を前記錯体の中心金属への2個の配位子としたことにより、吸収波長、発光波長、酸化還元電位を自由に制御することが

可能になる。

【0054】また、請求項9の発明における電子素子は、前記回転体を、2個の単結合により支持体に結合された機能団または該機能団を含む分子団のいずれかとし、これら2個の単結合を該回転体の回転軸としたことにより、回転体の回転軸が安定する。

【0055】また、請求項10の発明における電子素子は、前記回転体が球殻を有する分子に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合したことにより、回転体は高速で一軸回転する。

【0056】また、請求項11の発明における電子素子は、前記静止体を複数、前記回転体の回転軸から等距離の位置に、該回転軸に対して一定の配向を有するよう、かつ該回転軸と互いに隣接する2つの静止体それぞれとのなす角が一定であるように配置したことにより、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【0057】また、請求項12の発明における電子素子は、前記静止体を、酸化還元機能団を複数保持する分子、分子集合体、機能団集合体のいずれか1種とし、前記酸化還元機能団は、前記回転体から電子またはエネルギーの少なくとも一方を受け取る第1の酸化還元機能団と、該第1の酸化還元機能団から電子を受け取る第2の酸化還元機能団とを備えたことにより、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【0058】また、請求項13の発明における電子素子は、前記静止体が、電子伝達機能を有する生体高分子材料またはその一部を改変した改変生体高分子材料のいずれかを有することにより、数ナノメータ～数百ナノメーターレベルの空間におけるエネルギー移動または電子移動を秩序正しく行うことができる電子素子が可能になる。

【0059】また、請求項14の発明における電子素子は、前記回転体と、前記静止体と、これらを支持する支持体とを1つの分子により構成したことにより、回転体の回転軸が安定し、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【0060】また、請求項15の発明における電子素子は、前記電子素子を構成する分子と特異的結合を起こす置換基を基板または電極に設け、前記回転体と静止体を一定の配向を持たせて前記基板上または電極上に配置したことにより、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【0061】また、請求項16の発明における電子素子は、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルクールスカによる結合のいずれか1種としたことにより、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【0062】また、請求項17の発明における電子素子は、前記静止体近傍に、該静止体から電子を受け取るか、または該静止体に電子を供給することにより電荷を蓄積する部材を配置したことにより、静止体の誤動作を防止し、したがって電子素子の誤動作がなくなる。

【0063】また、請求項18の発明における電子素子は、基板上または電極上に、球殻を有する分子からなる回転体の少なくとも一部分を収納し該回転体を回転可能に支持する凹部を有する構造体を設けたことにより、前記回転体を安定した位置に支持する。

【0064】また、請求項19の発明における電子素子は、前記回転体が、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能團を有することにより、前記回転体は安定した位置で高速で一軸回転が可能になる。

【0065】また、請求項20の発明における電子素子は、前記凹部を、前記基板または電極を構成する原子を選択除去した凹面としたことにより、電子素子の小型化が可能になる。

【0066】また、請求項21の発明における電子素子は、前記凹部を、前記基板上または電極上に環状の分子を配置して構成したことにより、電子素子の小型化が可能になる。

【0067】また、請求項22の発明における集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を構成する分子を、親水基と疎水基を有する分子からなる膜に吸着させ、前記電子素子を構成する分子間の吸着能により、該分子が一定の配向を有するように構成したことにより、電子素子の超高密度の集積化が可能になる。

【0068】また、請求項23の発明における集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を基板上または電極上に複数個配列したことにより、電子素子の超高密度の集積化が可能になる。

【0069】また、請求項24の発明における集積化電子素子は、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を1つ以上の細線状の電極上に配列し、該電子素子上に1つ以上の細線状の電極を設けたことにより、電子素子のおかれる電場の方向及び大きさを任意に制御することが可能になる。

【0070】また、請求項25の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度または電子移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーまたは励起電子を前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起または還元させ、該静止体のみが電極と電子の授受を行うことにより、高速でスイッチング動作を行うことが可能になる。

【0071】また、請求項26の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーを前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起させ、該静止体のみが構造を変化させることにより還元されるか、電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるかのいずれかにより情報の書き込みを行うことにより、高速で情報の書き込みを行うことが可能になる。

【0072】また、請求項27の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、様々なに配向している前記静止体に偏光制御した電磁波を照射し、前記静止体のうち一部の静止体の電子を励起し、該静止体のみが電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるか、構造を変化させるかのいずれかにより情報の書き込みを行うことにより、高速で情報の書き込みを行うことが可能になる。

【0073】また、請求項28の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射して、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させることにより、高速で情報の書き込みを行うことが可能になる。

【0074】また、請求項29の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、前記静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより、高速で情報の消去を行うことが可能になる。

【0075】また、請求項30の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体を情報の書き込み前の状態に戻すことにより、高速で情報の消去を行うことが可能になる。

【0076】また、請求項31の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を

移動させ、酸化状態または還元状態の静止体の数を、電流または移動電子数のいずれかにより検知することにより、高速で情報の読み出しを行うことが可能になる。

【0077】また、請求項32の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、該回転体と一部の静止体との間の相互作用を大きくし、電極から該静止体、他の電極へと向う方向、または電極から該静止体、回転体、他の電極へと向かう方向、あるいはその逆方向の電流または移動電子数のいずれかを検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を変化させることなく該静止体の酸化還元状態または構造を検知することにより、高速で情報の読み出しを行うことが可能になる。

【0078】また、請求項33の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と前記回転体との間、または一部の静止体と電極との間の電子移動速度を他の静止体との電子移動速度より大きくし、電極から該静止体へ直接、または回転体を介して電子を移動させることにより該静止体を酸化し、該回転体近傍の静止体のうち、酸化または還元可能な数を電極において電流または移動電子数として検知することにより、高速で情報の読み出しを行うことが可能になる。

【0079】また、請求項34の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするか小さくし、前記静止体にエネルギーービームを照射し、回転体の配向に依存する該静止体の発光挙動を検知し、該静止体の酸化還元状態または構造を検知することにより、高速で情報の読み出しを行うことが可能になる。

【0080】また、請求項35の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするかまたは小さくし、該静止体の酸化還元状態または構造に応じて回転体の発光挙動が変化することにより、該回転体にエネルギーービームを照射し、該回転体の発光挙動を検知して該静止体の酸化還元状態または構造を検知することにより、高速で情報の読み出しを行うことが可能になる。

【0081】また、請求項36の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に印加する電場または磁場を変化させることにより、該回転体の配向を制御し、したがって該回転体の回転速度を制御することが可能になる。

【0082】また、請求項37の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームの少なくとも一方を照射する

か、または該回転体を熱することにより該回転体を回転させ、さらに回転体の温度、回転体に印加する電場または磁場、回転体に照射する荷電粒子ビームの強度または方向、回転体に照射する電磁波の波長の少なくとも1つを変化させることにより、該回転体の回転速度を制御し、任意の時間における回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御することにより、該回転体の回転速度を制御することが可能になる。

【0083】また、請求項38の発明における電子素子または集積化電子素子の使用方法は、前記回転体に、パルス状の電磁波または荷電粒子ビームを照射し、該パルスの強度、時間幅、間隔、数から該回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御することにより、該回転体の回転速度を制御することが可能になる。

【0084】

【実施例】

実施例1、以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1において、21は回転体、22a～22dは静止体、23は基板であり、24は基板23のある1点の法線（対称軸）である。

【0085】この電子素子は、電磁波または電子イオンなどの荷電粒子ビームなどのエネルギーービームにより励起状態となる分子または機能団である回転体21が、基板23に対し平行に、すなわち基板23に対する法線24を回転軸として回転することができる構成である。この回転体21は、図に示すように機能団のみで構成されているように見えるがその必要はなく、回転体を構成する物体に機能団が結合したものでもよい。また、他の物質が付加したものでもよい。また、回転体21は図中黒三角で示すように中心軸に対し回転非対称であることが望ましい。しかし、回転対称でも機能を出すことは可能である。また、基板23に対する法線24を中心軸として回転すると述べたが、これが最も望ましいのであって回転軸と基板23の成す角が10～90度でもよい。

【0086】この回転体21の近傍には、静止体と称される該回転体21からエネルギーまたは電子またはその両方を受ける分子または機能団が配置されている。回転体21と静止体22間の最短距離は0.01ナノメータ～1マイクロメータである。この図では静止体22は22a～22dの4つ示してあるが、1つでもよいし、複数でもよい。複数の場合には中心軸に対して回転対称になるように配置することが望ましい。しかし、隣同志の静止体22と対称軸24が成す角が全て等しい必要はないし、対称軸24と各静止体22との最短距離が全て等しい必要もない。また、静止体22は全て同じ機能団である必要もない。この図では静止体22が機能団のみで構成されているように見えるがその必要はなく、静止体22を構成する物体に機能団が結合したものでもよい。以上が本実施例における電子素子の基本構成である。

【0087】ここで、この発明に至った経緯及びこの発

明の背景等について説明する。例えば、植物の葉緑体では集光蛋白質複合体と光合成反応中心蛋白質複合体と共に共同して太陽エネルギーから化学エネルギーに高効率に変換する光合成の初期過程を担っている。この初期過程において、集光蛋白質複合体は吸収した光エネルギーを、秩序を持って並んでいる色素機能団を使って決まった経路に沿って移動させ、最終的に反応中心蛋白質のクロロフィルに渡している。また、反応中心蛋白質ではエネルギーを受け取ることをきっかけに、電子移動が、空間的に秩序を持って配置された酸化還元機能団を通って起こる。この数ナノメータ～数百ナノメタレベルの空間における秩序正しいエネルギー移動及び電子移動は色素機能団または酸化還元機能団の決まった化学的性質、位置、配向、環境に基づくものである。なお、色素機能団と酸化還元機能団は同一のこともある。従って、人工的に一定の空間内に、機能団をその化学的性質、位置、配向、環境を考慮して配置し、さらに外部から位置、配向、環境を制御することにより、数百ナノメタレベル以下の空間におけるエネルギー移動、電子移動を制御でき、それらを利用して、電子素子が得られる。

【0088】ところで、機能団を位置、配向を考慮して配置する方法としては、1つには機能団を1つの分子内に結合する方法（以下、これを超分子法と称する）と、基板上に機能団を配置する方法（以下、これを分子配置法と称する）が考えられる。超分子法では、回転体となる分子、静止体となる分子、骨格となる分子、配位子となる分子、そしてそれらを結合する分子を用意する。次にそれらが結合するように結合部位を化学修飾する。そして最後にそれらの部品分子を結合すればよい。

【0089】分子配置法に用いる手段として代表的なものに走査型トンネル顕微鏡（STM）の探針を利用するものがある。トンネル顕微鏡は探針と導電性サンプルに流れるトンネル電流の変化を検知し、構造観察を行う装置として主に用いられてきたが、最近原子・分子サイズでの電界強度の制御を利用しての分子加工の例が多く示されており、これまでと全く異なる概念での微細加工法として注目されている。STM装置はヒエゾ素子を用いることにより、縦、横、高さの三方向に対して0.01ナノメタ以内の精度で探針の位置制御を行うことができる。またSTMの探針には通常タンゲステンや白金-イリジウム合金を使用するが、探針先端は原子1個が突き出た状態にあり、原子1個レベルの領域で電界を制御することができ、この装置を用いることで電子レベルの加工が可能となった。

【0090】次にこのSTMを用いた分子加工について説明する。i) 探針を加工対象に接触させ機械的に塑性変形を行う、ii) 探針先端に発生する電子ビームを利用して表面の化学結合を切断する、気体と反応させて表面状態を変化させる、iii) 電子ビームと表面との相互作用により熱変化を起こさせる、iv) 探針先端に高電界を

生じさせ、探針先端あるいは対象物の原子・分子を蒸発させる。v) 探針に原子・分子を吸着させ移動させる。これらの方法を用いることにより、原子・分子レベルの超微細な構造を持つ素子を作製することが可能となる。

【0091】また、STM以外にも原子間力顕微鏡（AFM）を用いても分子加工はできる。この場合には探針先端を加工物に対して任意の探針圧で接触させることにより分子レベルの穴を開けることができる。あるいは探針先端に物質を吸着させ移動、隆起物を形成させることができる。また、STM、AFMに限らず、原子・分子スケールの精度で駆動できる装置があれば全て用いることができる。また、短波長のレーザ光、シンクロトロンなどからの放射線、電子線などを用いても行える。

【0092】超分子法における回転体としては有機物が金属または金属イオンに配位した錯体が考えられる。錯体は、光を吸収する色素機能団として、また電子移動を担う酸化還元機能団としても働き得る。その中でもポルフィリン誘導体がよい。これは吸収波長や発光波長、酸化還元電位を自由に制御できるだけでなく、中心金属を中心として、ポルフィリン環またはポルフィリン誘導体環に垂直な直線を対称軸として90度のほぼ回転対称である。また、中心金属にビリジン基などの配位子を配位させるとそれを中心に簡単に回転すると考えられる。

【0093】分子配置法での回転体として有望なものに球殻を持つ分子またはその誘導体が挙げられる。このような物質としては炭素の同素体であるフラー・レン類や、珪素の同素体や、硫化金属化合物がある。その中でもC₆₀、C₇₀は、結晶中及び単分子状態においても吸着した基板の種類により、高速で一軸回転していることが知られており、分子回転体として用いることができる。これらの分子に光励起される機能団を目的の位置に付与し、励起波長を持つ光を照射することで回転する。この機能団をエネルギー・ビームにより励起される機能団として用いてもよいし、第2、第3の機能団を回転体に付与してもよい。

【0094】次に静止体としては、回転体の機能団の励起状態におけるエネルギー準位に対して最も効率よくエネルギー及び電子移動を行い、かつ逆方向への移動は行わないようなエネルギー準位をもつ分子及び機能団を選択し、これを供与分子に対して最も電子収率の高い距離・配向に、前記の超分子法または分子配置法を用いて配置すればよい。エネルギー移動及び電子移動の速度・強度の制御は、回転体分子の配向や回転速度を制御すれば良く、温度、電場、磁場、光強度、光波長、光照射方向、基板の種類などを変化させることにより行う。

【0095】またこの素子においては、光が照射された後受容分子に数十ミリ秒以内にエネルギーまたは電子またはその両方が受け渡される。さらに受容分子から放出される電子や光子の検出の電極や光子検出器は、超分子法による電子素子または記憶素子または集積化電子素子

のためには1つの電子素子に対し電場をコントロールできる1対の電極や、検出器があればよい。すなわち、1つの静止体ごとに1対の電極や検出器は必要ない。それは、本発明の最も特徴的である、回転体の配向または回転速度の制御により個々の静止体の電子移動や発光機能を制御できるからである。

【0096】分子配置法による電子素子または記憶素子または集積化電子素子の場合で回転軸が基板に依存している場合には、電子素子の基板の反対側に電極を形成することができないので、個々の分子に導電性高分子やカーボンナノチューブや分子内に電子伝達能を有する機能団を保持する天然及び人工の蛋白質分子を用いて配線することにより、電子移動すなわち情報伝達を確実に行うことが可能となる。この方法は超分子法による電子素子や集積化電子素子にも応用可能である。回転体を制御するための装置は集積化素子1つに対し1組あればよい。

【0097】次に動作について説明する。図2にその原理を示す。図2において、25は回転母体、36は静止母体、27(28)は回転母体25(静止母体26)の位置を固定するための分子錠型、29(30)は回転母体25(静止母体26)に化学修飾した光励起性の機能団である。この電子素子は、回転体を構成する分子と静止体を構成する分子は異なる。また回転体は回転母体25と光により励起される機能団29(回転体機能団)からなり、静止体は静止母体26と光により励起される機能団30(静止体機能団)からなる。

【0098】ここで、図中、(a)～(c)は回転体及び静止体のエネルギー準位図、(d)～(f)は回転体、静止体の各エネルギー状態における位置関係を示す図である。(a)～(c)で(A)は回転機能団のエネルギー準位、(B)は静止体機能団のエネルギー準位である。光照射をしていない状態では、回転体機能団と静止体機能団がいかなる位置関係をとろうとも、離れた状態でのエネルギー移動は起こらない(a)。次に、回転母体25に光を照射すると励起状態となり、この励起状態から元の基底状態に戻るときに発生する格子振動のエネルギーにより回転体21は回転する。さらに異なる波長の光を回転体機能団29に照射すると、図2(b)に示すように最高占有軌道(HOMO)にあった回転体機能団29の電子が最低非占有軌道(LUMO)励起される。この励起回転状態となった回転体機能団29と静止体機能団30とが最も近接する瞬間にエネルギーあるいは電子が静止体22へと量子的に移動する。エネルギー移動が起こった場合には回転体21のLUMOに存在した電子は、エネルギー供与後HOMOに戻り、電子移動の場合には酸化される。一方、静止体機能団30はエネルギー受容後、HOMOに存在した電子はLUMOに引き上げられる。また、電子移動の場合には還元されLUMOに電子が入る。いずれにしてもLUMOに電子が入る。そして近接する位置に他の電子受容体(例えば、電

極など)が存在すると、電子はある時定数を伴って移動する(c)。電子移動を起こして酸化状態となった静止体の機能団30は、基板23などからの電子移動により元の状態に復活することができる。これらのことから本素子に整流性を持たせることができる。

【0099】また、本素子に照射する光をパルスで与えオン、オフすると、素子のパルスに対する入出力関係は図3に示すようになる。本図は入力の光パルス、回転体の発光強度、配線分子への電子の取り出しの関係を示しており、本図より光をパルス状で与えることにより、スイッチング特性を持たせることができる。

【0100】なお、回転体の代わりにエネルギービーム照射により構造を変化させる物質(以後、光構造異性体と称する)を用い、これにエネルギービームにより励起状態となる機能団を付与し、光構造異性体の構造変化に伴い、機能団からエネルギー移動する静止体が異なるようになることを利用しても同様な効果が得られる。

【0101】実施例2. 次に、この発明の実施例2を図について説明する。図4において、31は回転体となるマグネシウム錯体であるクロロフィルcをフェニル化した機能団、32a～32dは静止体となるクロロフィル機能団であり、全く同じ機能団が全部で4個存在する。33はマグネシウムへの配位子となるビリジン基を持つ梯子状有機体、34は静止体22を支える梯子状有機体、35は静止体22、梯子状有機体34を保持する網目状有機体であり、以上により1つの大きな有機分子36を構成している。回転体31は配位子を回転軸として自由に回転できるが、静止体32は上下4点で網目状有機体35と結合しており、4個の機能団は全て回転体31のマグネシウム原子の方向に向いて固定されている。有機分子36において回転体31の蛍光発光スペクトルと静止体32の電子スペクトルは一部重なる。このことから回転体31が吸収したエネルギーは静止体32に移動可能である。このとき回転体31の配向が重要である。回転体31はフェニル化されているため回転対称ではなくそのためフェニル基と最も近い静止体32と最も強く相互作用を示し、エネルギー移動を行う。この図で表された状態では静止体32cとのみエネルギー移動を起こした。ところで、回転体31の酸化還元電位は静止体32のそれに比べて0.2V以上低く、そのため回転体31の還元体から静止体32の酸化体へは電子移動が高速に起こったが、静止体32の還元体から回転体31の酸化体への方向には電子移動は起こらなかった。また、この電子移動は前述したエネルギー移動と同様に回転体31のフェニル基と最も近い静止体32cとのみ電子移動を起こした。

【0102】ここでは、回転体機能団としてフェニル化クロロフィルcを用いた場合を示したが、他のクロロフィル誘導体、バクテリオクロロフィル誘導体、ヘム誘導体、フタロシアニン誘導体、シアノコバラミン誘導体な

ど、ボルフィリン誘導体あるいは鉄硫黄錯体などの錯体でもよい。また、静止体機能団としてクロロフィルを用いた場合を示したが、回転体機能団として例示した錯体や、フェオフィチン誘導体、ビスマソ色素類、フタロシアニン色素類、スクワリリウム色素類、アズレニウム色素類、スチルベン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、フラビン誘導体、キノン類、ポリピロール誘導体、カロテノイド、金属原子、金属イオンなどの酸化還元機能団や蛍光機能団でもよい。

【0103】また、この実施例では、回転体を配位結合で支持体から支えるようにした構成を示したが、図5に示すように、回転体31を単結合37で支持体から支えるようにし、その単結合37を回転軸とした構成でもよい。この場合、回転体機能団としては必ずしも錯体である必要はなく、励起性の機能団であればよく、アントラセン誘導体、フラビン誘導体、シアニン色素類、ダンシルクロリド誘導体、フルオレセイン誘導体、クマリン、ローダミン、ペリレン誘導体、ビレン誘導体、パリナリン酸、オキソノール色素、フォーマイシン誘導体、ルブレン誘導体、ナフトアリン誘導体、フェナントレン誘導体などでも同様な結果が得られた。

【0104】また、この実施例では、回転体、静止体共に1つの支持体で支え電子素子が1つの分子で構成される例を示したが、図6に示すように、回転体31のみが支持体38に支えられた構成としてもよい。また図7に示すように、静止体を複数の酸化還元機能団40により構成してもよく、さらに図8に示すように、静止体を酸化還元電位の異なる機能団を複数連ねた静止体41としてもよい。このとき電荷分離が高効率に起こるようお互の機能団の距離、配向を考慮しなければならない。このようにすれば静止体が電子を回転体から受けた後高収率に電極に電子を移動させることができる。またレチナール誘導体を用いれば、エネルギーを受け取ると構造が変化する。このようにエネルギー移動を受けたり、電磁波を照射されると構造変化する機能団を静止体として用いてもよい。さらに静止体を複数用いる場合には、必ずしも全てが同一である必要はない。また、回転体の回転軸は図4において2つのビリジン残基の窒素原子を結んだ直線であり、基板と90度の角度を持つが、この角度は10～90度の範囲であればよい。また、回転体を支持する配位子としてビリジン残基を用いたが、他の窒素化合物や酸素化合物や硫黄化合物をなどでもよい。また、構造体としては網目状有機体や梯子状有機体を用いたが、他の有機物や珪素化合物やフラー・レンなどの球殻を持つ物質やその一部でもよい。

【0105】実施例3。次に、この発明における電子素子を集積化した集積化電子素子を図について説明する。この集積化電子素子を作成するには、まず図9(a)に示す基板42を用意する。この基板42は、例えば酸化

珪素やマイカのような原子レベルで平でしかも絶縁性がよいものが好ましい。次に、基板42に本発明の電子素子の大きさとほぼ等しい幅(1～数10nm)を持つように金属を蒸着してストライプ電極43を形成した。前述の電子素子36は網目状有機体を骨格とした分子であり、非水溶性である。そこで、この分子を揮発性有機溶剤に溶解し水面上に滴下すると、溶剤が蒸発し、水面上に電子素子が規則正しく並んだ単分子膜が生成した。この単分子膜をラングミュアープロジェット法(UMB法)などにより基板42上に転写した。さらにストライプ電極43と交差するようにストライプ電極44を蒸着により形成した。こうすることによりストライプ電極43のうちの1個とストライプ電極44のうちの1個に電圧を印加することにより、任意の電子素子に電場を印加することができた。図9(b)に図9(a)のうちの一電子素子を拡大して示す。静止体32はストライプ電極44の方がストライプ電極43に比べてより近くそのためストライプ電極44とのみ電子移動を起こした。ストライプ電極44は電磁波が透過するように1～100ナノメータの金属薄膜または透明電極を用いた。この例ではストライプ電極43とストライプ電極44は直交するようにしたが、必ずしもその必要はない。

【0106】以上の例では複数の電子素子分子が規則正しく並んだ単分子膜を作成したが、この実施例以外の方法として、まずフォスファチジルコリンなどの脂質分子の有機溶媒溶液を水面上に滴下し、単分子膜を作成し、単分子膜下の水を電子素子分子水溶液により置換し、電子素子分子が脂質の単分子膜に吸着し、さらに電子素子分子間の相互作用により電子素子分子が自然にきれいに並ぶようにしてもよい。このとき水における塩強度、水素イオン濃度、温度や、脂質分子構造、溶媒の種類、吸着時間、脂質単分子膜の表面圧などが電子素子分子をきれいに並べるのに重要である。

【0107】実施例4。次にこの発明の電子素子を記憶素子として用いる方法を図10について説明する。まず、前述の集積化素子を用いた情報の書き込み方法について説明する。集積化素子の左右前後に4つの電極45a～45dを設けた。電極45a、45cの組及び45b、45dの組に印加する電圧をコントロールすることにより4電極45に挟まれた電子素子のおかれる電場の方向及び大きさを任意に制御することができた。回転体31は前述のように回転非対象構造であり、ダイポールモーメントを有する。そのため電場ベクトルに応じて向きを変化させる。図のように電極45aの電位を45cに対し1V印加し、45b、45dに対しては電位を印加しないようにすると電場ベクトルは矢印46が示すように向く。それに応じて回転体はフェニル基が矢印46と一致するように向いた。その結果フェニル基は4つの静止体32のうち、32cと最も接近した。この状態において集積化電子素子のうち、任意の1電子素子に電圧

を印加するようにストライプ電極4 3及び4 4の組合せを選び、ストライプ電極4 3の電位をストライプ電極4 4に対し-5～+5V印加した。次に静止体3 2は高エネルギーにせず、回転体3 1を高エネルギー状態するために600～1000nmの波長の光を1n秒照射した。すると回転体3 1の電子が励起された。

【0108】次にそのエネルギーが静止体3 2cに移動し静止体3 2cの電子が励起された。しかしストライプ電極4 3, 4 4によって電圧が印加されているのでストライプ電極4 3の電圧がストライプ電極4 4に対しプラスであれば静止体3 2cへストライプ電極4 4から電子移動が起こり還元され、マイナスであればストライプ電極4 3へ電子移動が起こり酸化された。いずれにしても静止体3 2cは他の静止体3 2a, 3 2b, 3 2dの状態とは異なるように変化した。その結果例えば還元状態を“1”、元の状態を“0”とし、静止体3 2a～3 2dの状態を順に書き表せば今“0010”となる。さらに電極4 5a～4 5dへ印加する電圧を制御し同様な操作を行って静止体3 2aを還元すれば電子素子の状態は“1010”と表せる状態となった。すなわち“0000”～“1111”的情報を表すことができるので1電子素子に4ビットの情報を書き込みすることができる事がわかった。これらの一連の操作を集積化素子の全ての素子に対し行うことができたので、電子素子数×4ビットの情報を書き込みすることができる事がわかった。本実施例では20×4で80ビットである。

【0109】この実施例では、1電子素子あたりの静止体の数を増やせば書き込みすることができるビット数は増え、集積化電子素子中の全静止体数のビット数の情報を書き込みすることができる。また、この実施例では20個の電子素子を集積化したが、1電子素子の大きさは直径約4ナノメータであり、1平方センチメータあたり6, 25×10¹²個という非常に高密度に集積することもできる。この場合書き込みできる情報量は2, 5×10¹³ビット(2.5テラビット)である。もちろん集積度は変えることができる。また、酸化還元状態の変化は可逆でありこの記憶素子は再書き込み可能である。

【0110】実施例5、次に静止体機能団としてレチナールを用いた場合の書き込み方法を説明する。手順は前述の場合と全く同様である。レチナールはエネルギーを受け取る前はシス型を含んでいるが、エネルギーを受け取ると全トランス型に構造変化する。その結果、前述の酸化還元状態を変化させた場合と同様に1電子素子あたりレチナール機能団の数と等しいビット数の情報を書き込みすることができた。シーストランスク構造変化は可逆であり、この記憶素子は再書き込み可能である。レチナール以外にも、光などのエネルギー・ビームを照射して可逆に構造変化を起こす物質であれば何でも用いることができる。

【0111】実施例6、次に他の書き込み方法を図11

について説明する。ここでは、クロロフィル機能団からなる3個の静止体4 8a～4 8cを含む電子素子4 7を用いた。それぞれの静止体4 8はお互いに120°の角度を成す。これを上下にストライプ電極4 3, 4 4で挟んだ。ストライプ電極4 4には光透過電極を用いた。この場合酸化スズとした。前述の場合と同様に任意の電子素子に電圧を印加した。次に偏光フィルター5 1を通した600～1000nmの光を照射した。偏光フィルター5 1は任意に回転することができ、偏光の向きを制御できるようにした。クロロフィルは一定の向きの偏光のみによって励起されるので、3個の静止体4 8a～4 8cのうち、任意の静止体を励起することができる。矢印4 9は照射した光の電場ベクトルの向きを示す。この図は静止体4 8aの向きと一致しており静止体4 8aが励起された例を示す。その結果、前述の場合と同様に任意の静止体の酸化還元状態を制御することができ、静止体の数と等しいビット数の情報を書き込みすることができた。この例では“000”～“111”的3ビットである。

【0112】実施例7、次に他の書き込み方法について説明する。実施例6において通常の励起波長よりも大きいエネルギーを持つ短波長の紫外光、X線、γ線あるいは電子ビームを照射すると、静止体4 8の2重結合が酸化された。この反応は非可逆である。このように非可逆的に酸化されたり、非可逆的に構造を変化させる場合には、電子素子は再書き込み不可能であるので、1回のみ書き込み可能な読み出し専用記憶素子として機能する。このような非可逆反応を起こさせるには、ストライプ電極4 3, 4 4によって任意の電子素子に強い電場を印加しながら、磁場を印加したり、熱したりしても同様な結果が得られる。

【0113】実施例8、次に情報の読み出し方法について図12について説明する。静止体3 2の状態が元の状態から変化した場合に静止体3 2の導電性が変化することを利用する。すなわち、実施例4の場合と同様に、電子素子のおかれる電場または磁場を変化させることにより回転体を各静止体に向くように配向させた。同時にストライプ電極4 3に、ストライプ電極4 4に対し-5V～-0.001mVの電圧を印加した。すると書き込み時に状態が変化していない静止体と回転体との間の距離が最も短くなったときはストライプ電極4 4→静止体3 2→回転体3 1→ストライプ電極4 3と電流が流れた。しかし状態が変化した場合には電流が流れなかった。よって回転体3の配向状態と共に電流を検知することにより各静止体3 2の状態がわかるので情報を読み出すことができた。このとき電子は中心金属のマグネシウムを流れるのではなくクロリン環を流れていると考えられるので酸化還元状態は変化せず情報は保持されたままであった。

【0114】図12に回転体の配向と電流値の関係を示

す。回転体が、静止体3 2 aと静止体3 2 cの方向に配向したときに電流が大きく流れていることがわかる。よって、書き込みされた情報が“1 0 1 0”であったことがわかった。また、逆に静止体の状態が元の状態から変化すると、変化していない場合に比べてストライプ電極4 4→静止体3 2→回転体3 1→ストライプ電極4 3で電流が流れるようになる場合でも同様に情報を読み出すことができる。

【0115】実施例9、次に他の読み出し方法について説明する。ストライプ電極4 3, 4 4に電圧を印加すると、書き込み時に静止体3 2を還元した場合には静止体3 2から電子を奪い元の状態に戻すことができる。そこでストライプ電極4 3の電圧をストライプ電極4 4に対し-5～+5 Vとした。また、逆に書き込み時に静止体を酸化させた場合には静止体に電子を与える元の状態に戻すことができる。そこでストライプ電極4 3の電圧を電極4 4に対し-5～+5 Vとする。いずれにしても、元の状態に戻すときに電極と静止体の間で電子移動が起こるので、その電子数を検知することにより1電子素子中の酸化体の数、または還元体の数を数えることができ、静止体の数だけの情報量を読み出すことができた。この方法は情報を消去する場合にも用いることができる。

【0116】実施例10、次に他の読み出し方法及び消去方法について説明する。実施例4～6において示した情報の書き込み方法と全く同様にして、回転体の配向を制御するか照射する光の偏光方向を回転させるかして静止体3 2をaからdまで順番に酸化または還元させる操作を行った。用いる光の波長も600～1000 nmである。もし書き込み時において静止体の状態が変化していれば読み出し時においてはそれ以上変化させることができない。一方、書き込み時において静止体3 2が変化していなければ酸化または還元させることができる。回転体3 2の配向に応じてストライプ電極4 4に移動する電子数を検知すれば、静止体3 2の状態を調べることができ、情報の読み出しができた。しかしこの方法では再度読み出しができなかった。照射する光の波長を変えることにより、この方法は情報を消去するためにも用いることができる。またこのとき偏光を用いなければ、一括消去できる。

【0117】実施例11、次に他の読み出し方法について説明する。静止体3 2の状態が元の状態から変化した場合には回転体3 1からエネルギー移動が起こらないことを利用する。すなわち、実施例4の場合と同様に、電子素子の置かれる電場または磁場を変化させることにより回転体3 1の方向を各静止体3 2に向けた。同時に回転体3 1を励起するために該回転体3 1に600～1000 nmの光を照射し、回転体3 1から発する光を検知した。書き込み時に状態が変化していない静止体3 2と回転体3 1との間の相互作用が最も強くなるようになつたときはエネルギー移動のために回転体3 1から発せら

れる光強度が弱くなるし、スペクトルも変化した。しかしながら書き込み時に状態が変化した静止体3 2と回転体3 1との間の相互作用が最も強くなるようになったときはエネルギー移動が起こらないために発光強度やスペクトルが変化しなかった。よって回転体3 1の配向状態と共に回転体3 1からの発光を検知することにより各静止体3 2の状態がわかるので書き込みされた情報を読み出すことができた。

【0118】実施例12、次に他の読み出し方法について説明する。静止体3 2の状態が元の状態から変化した場合には静止体3 2が発光しないことを利用する。また、回転体3 1と相互作用すると励起波長が変化することを利用する。すなわち、実施例4の場合と同様に、電子素子の置かれる電場または磁場を変化させることにより回転体3 1の配向を各静止体3 2に向くように制御した。同時に静止体3 2を励起するために該静止体3 2に650～1500 nmの光を照射する。このとき、書き込み時に状態が変化していない静止体3 2と回転体3 1との間の相互作用が最も強くなるようになったときのみ静止体3 2は励起され発光した。しかし相互作用が弱いときには励起波長が照射波長と異なるので発光しなかった。また、静止体3 2が元の状態から変化していれば発光しなかった。よって回転体3 1の配向状態と共に静止体3 2からの発光を検知することにより各静止体3 2の状態がわかるので情報を読み出すことができた。

【0119】また、これまでに示してきた情報の読み出し方法では回転の配向を制御して行ってきたが、ある任意の時間において回転体3 1の配向がわかれれば同様の結果を得ることができる。すなわち、回転体3 1の機能団が吸収する光などの電磁波や電子イオンなどの荷電粒子のビームによるエネルギーを照射することによって回転体3 1を回転する。あるいは熱を与えて回転させる。さらにそのときのエネルギーの照射時間や照射間隔、強度変化させる場合の間隔、回転体3 1がおかかる電場、磁場、温度を制御することによって回転速度を制御できる。回転速度が制御できれば回転体3 1の向きがわかる。よって、静止体3 2を経て流れるストライプ電極4 3とストライプ電極4 4間の電流または電子数、あるいはストライプ電極4 4が静止体3 2から受け取るか静止体3 2に与える電子数、あるいは静止体3 2から発せられる光、あるいは回転体3 1から発せられる光を検知することにより電子素子中の静止体3 2の状態を検知できるので、電子素子に書き込まれた情報を読み出すことができる。

【0120】なお、上記実施例4～12では、超分子法による電子素子について説明したが、以下に述べるような分子配置法による電子素子にも応用できる。また、これまでに述べてきた回転体機能団を励起する方法として光を用いてきたが、これは機能団に依存するものであつて、機能団によっては他の波長の電磁波や電子やイオン

などの荷電粒子のビームによるエネルギービームを用いることができる。

【0121】実施例13、図13は、本発明の一実施例の電子素子を模式的に示す断面構成図である。図において、52は基板としての金の単結晶薄膜である。53はC₇₀分子、54はC₇₀分子に化学修飾したアントラセン分子、55はフラビン単体である。

【0122】次にこの素子の作製方法について説明する。C₇₀分子へのアントラセンの修飾は、文献の方法に従い、C₇₀分子の臭素を付加し、この付加体中の臭素とアントラセンとの交換反応により合成した。合成生成物は高速液体クロマトグラフィーにより精製した。目的物の確認はFT-IR、元素分析、NMRにより行った。

【0123】清浄化した基板52である金の単結晶薄膜表面上に上記のC₇₀修飾体を極微量溶かしたトルエン溶液を1滴滴下し溶液を蒸発させた。次に同じ基板上にフラビン単体を極微量溶かしたクロロホルム溶液を1滴滴下した。この基板を超高真空STM装置に設置した。なおこの装置では、真空度を約10⁻⁹ torrに保持可能で、さらにサンプル温度を-268°C~600°Cまで調節できる。STM探針の位置制御は高性能なピエゾ素子により行っているので、原子1個のサイズレベルで三次元位置制御を行えるようにしてある。まずSTM観察により基板上にC₇₀修飾体とフラビン誘導体が存在することを確認した。基板温度を-195°Cにした後、任意の場所を選択しW製のSTM探針にフラビン単体1個を物理吸着させ、C₇₀修飾体から2ナノメータ離れたところに移動させた。半径数十ナノメータ以内に存在する両分子も同様の方法で除去し、この領域にした。C₇₀修飾体とフラビン誘導体が1個ずつのみが存在する構造を形成させた。-195°Cに温度保持をすれば、長時間にわたり分子の移動は起こらず構造を保持することを確認した。さらに光を照射を始めると回転体の内部構造が消失したことにより、静止状態にあった回転運動が回転運動を始めたことも合わせて確認した。この構造を持つ素子を作製することにより、回転体と静止体間でのエネルギー移動が可能となる。

【0124】実施例14、この実施例は図14に示すように、上記実施例13の電子素子に、アントラセン分子54の励起波長の光を発生する発光ダイオードとアントラセンから発生する蛍光を感知するためのフォトン走査型トンネル顕微鏡(STM)57を設置したものである。図において、56は発光ダイオード、58はSTM57の光プローブであり、先端をフラビン誘導体から0.3nm上方に固定している。この発光ダイオード56は非常に微細な領域のみに光照射が可能である。回転体から発する光はSTM57により検出ができる。光プローブ58は光ファイバー製で微細加工により原子レベルの先鋒さを持つので、このプローブを静止体の位置に固定しておけば、その位置で分子レベル領域の光強度

の変化を測定することができる。STM57はSTM装置に光検出器とロックインアンプを増設した構成である。

【0125】次にこの電子素子の動作方法について説明する。図15はSTM37により検出された蛍光の強度の時間変化を示したものである。ここでは、素子は真空中-198°Cに保持した。発光ダイオードの出力は1μWである。図15より蛍光消光の周期が100ナノ秒であることが確認された。回転体のみの構成では蛍光消光の寿命は10マイクロ秒であり、本実施例における回転体の蛍光消光の寿命が短くなっているのは、静止体へ蛍光エネルギーが吸収されているためである。このことから本実施例で用いた電子素子は分子レベルの微細な領域においてエネルギー移動を行っていることが確認された。また、この温度での¹³C-NMRの測定結果より得られた光照射中のC₇₀修飾体の回転周期は約106ナノ秒であり、これは蛍光消光の寿命と対応していると考えられ、蛍光消光が回転体の回転速度に依存していることが確認された。

【0126】なお上記実施例では、回転体の機能団を励起状態とするのに発光ダイオードを用いたが、該回転体の励起手段としてはアントラセン分子の励起発光エネルギーに相当するエネルギーを供給するものであればよく、例えばレーザ光等を用いてもよい。

【0127】さらに上記実施例においては、発光ダイオードの出力を1μWとしているが、出力を変化させることにより、回転体の回転周期と蛍光消光の周期を変化させることができる。例えば、照射する光強度が増せば、回転周期及び蛍光消光の周期は速くなり、減少すれば遅くなることからエネルギー移動の周期を光強度により制御できる。

【0128】さらに上記実施例では機能団を含まない回転体分子として、C₇₀誘導体を用いたが、他の球殻を含む分子である一連のフラー-レン類と呼ばれる球状の炭素分子、例えばC₆₀、C₈₆、C₇₂などを用いてもよい。また、必ずしも球状をしている必要はなくその一部を含む分子でもよい。また、炭素原子が珪素原子に置き代わった分子や硫化モリブデン、硫化タンゲステンなどが球殻または球殻の一部を形成している分子でもよい。さらにはこれらの球殻分子に水素原子、臭素原子などが付加したような球殻分子誘導体でもよい。またフラー-レン中にランタン、イットリウムなどの金属原子や金属イオンを内包したいわゆる金属内包フラー-レンでもよい。また他の球殻分子や球殻分子誘導体に金属原子や金属イオンを内包した金属内包球殻分子でもよい。これらにアントラセンを修飾した誘導体でも同様の結果が得られた。また励起性の機能団としてはアントラセン誘導体を用いているが、これも励起発光性の分子であればよく、シアニン色素類、ダンシルクロリド誘導体、フルオレセイン誘導体、クマリン、ローダミン、ペリレン誘導体、ビレン誘

導体、バリナリン酸、オキソノール色素、フォーマイシン誘導体、ルブレン誘導体、ナフタリン誘導体、フェナントレン誘導体などを用いて合成した回転体分子でも同様の結果が得られた。

【0129】また、静止体分子としてフラビン単体55を用いたが、該静止体分子は回転体分子からの発光のエネルギーを受け取ることが可能なものであればよく、クロロフィル誘導体、パクテリオクロロフィル誘導体、ヘム誘導体、フタロシアニン誘導体、シアノコバラミン誘導体など、ポルフィリン誘導体あるいは鉄硫黄錯体など他の錯体、ビスマス色素類、スクワリリウム色素類、アズレニウム色素類、スチルベン誘導体、トリフェニルメタン誘導体、トリフェニルアミン誘導体、フェオフィチン誘導体、フラビン誘導体、キノン類、ボリヒロール誘導体、カロテノイド、金属原子、金属イオンなどの酸化還元機能団、さらにはこれらを含む高分子、これらを結合させたタンパク質などを用いても同様の結果が得られた。

【0130】本実施例では球殻を持つ分子を回転体とし、これを回転させることにより電子素子として応用できることを示したが、この回転体を微小機械の駆動源、すなわち微小モーターとして用いることもできる。

【0131】実施例15、この実施例の電子素子は、図16に示すように、上記実施例14の電子素子のC₇₀分子53に対してフラビン単体55と対称の位置に、さらにフラビン単体55を設置したものである。この電子素子の作成方法及び動作条件は上記実施例14の電子素子と同様である。

【0132】次に素子の動作について説明する。図17及び図18は、発光ダイオードの出力強度と回転体であるC₇₀修飾体からの蛍光強度との関係を示す図である。静止体分子が回転体の周囲に2個設置されたので、実施例14と比較して、1μWの出力光では蛍光消光の周期は半分となった。さらに光強度を段階的に変化させると蛍光消光の周期も変化した(図17)。また光照射をパルス的に行った場合、光照射中は蛍光消光現象が観察されたが、照射を止めている間は、蛍光発光は全く見られなかった(図18)。

【0133】本実施例では静止体を2個としているが、回転体の周囲に全対称的に4個(90度間隔)、6個(60度間隔)で配置してもよく、この場合蛍光消光の周期は、回転周期の4分の1、6分の1として検出された。さらに他の個数でも同様の結果が得られた。

【0134】実施例16、上記実施例13～15では、分子の位置を固定しておくために温度を-195°Cという非常に低温に設定しているが、本実施例の電子素子では室温での位置固定を行うために回転体及び静止体分子の一部が納まる穴を基板を加工して作製し、その穴に目的分子をはめ込み固定していることが特徴である。図19(a)～(e)に本実施例で作製した素子の作製法を

示す。図において、61はC₇₀のアントラセン修飾体、62はフラボチトクローム分子(特願平3-235694)、63はC₇₀修飾体の分子鋳型、64はフラボチトクローム分子の分子鋳型、65はSTM探針である。

【0135】次にこの電子素子の作製方法について説明する。金単結晶を用い、表面に構造を作製する作業は上記実施例で用いたと同じ超高真空STM装置を用いた。この装置では、真空度を約10⁻⁹torrに保持可能である。STM探針65の位置制御は高性能なビエゾ素子により行っているので、原子1個のサイズレベルで三次元位置制御を行うことができる。清浄化した金単結晶基板52をSTM装置にセット後真空度を高め、300°Cで30分焼き純し表面に吸着した分子を除去し、完全に清浄化した(図19(a))。STM探針65にはタンクス滕(W)針を用い、3V、10～30n秒のパルス電圧を印加し、基板表面から金原子を電界蒸発させて、目的座標に深さ0.4ナノメータのC₇₀分子の直径に等しい穴63を作製した。なお作製時の基板温度は分子拡散を防ぐために液体ヘリウム温度(-268.8)°Cで行った。前述の穴の中心から2ナノメータの距離に本実施例で用いた特願平3-235964号公報記載のフラボチトクローム分子の形に相当する深さ0.35ナノメータの穴64を回転体の穴を挟んで、3つの穴が一直線上に並ぶように2個作製した(図19(b))。

【0136】基板加工の方法としては、本実施例ではSTMによる原子の電界蒸発をおこなったが、そのほかにいわゆる半導体の超微細加工の方法、例えばエキシマレーザ、シンクロトロン放射光などを用いてもよい。また、パッキーチューブと呼ばれる分子を加工して、リング状の分子を作成したり、クラウンエーテルなどのリング状分子を基板に配置させ、そこに電子素子を構成する分子をはめ込んでもよい。またキセノンなどの吸着原子、ベンゼンなどの吸着分子、あるいは基板を構成する金原子をSTM探針を利用してうまく並べてやることにより電子素子を構成する分子がうまく納まる構造を形成してもよい。グラファイトを基板とし、さらに酸素雰囲気下でSTMを用いて電子素子の形に合わせて-3Vの電圧を基板に印加することによって、印加した場所を酸化し-O基をグラファイト上に付与し、これと電子素子との結合を利用して電子素子分子を並べてもよい。他の分子を用いることにより-COOH基や-OH基を付与することもできる。他の基板も同様である。印加する電圧は-100～100Vの範囲で適当に選べばよい。基板と付与する置換基による。この置換基に前述のリング状分子をつけ、さらに電子素子分子をはめ込んでもよい。

【0137】次に、上記基板上にC₇₀のアントラセン修飾体61とフラボチトクローム分子62を極微量溶解させたトルエン混合溶液を一滴滴下した(図19

(c)）。乾燥させた後(図19(d))、基板上に残った不要分子を除去するためにクロロホルムで二度洗浄した。処理後の基板を超高真空STM装置に再設置した。STM観察により、図19(e)に示すような目的構造を確認した。これは分子構造に相当する構造(錫型)をあらかじめ作製しているために、特定分子を配向を制御して固定できる。さらに穴に納まり固定された分子以外は溶媒で洗浄することにより除去されることになり、図19(e)に示すような構造を持つ素子を作製することができる。

【0138】実施例17、この実施例の電子素子は、図20に示すように、上記実施例16において作製した電子素子に実施例14において用いた発光ダイオード56とPSTM57及び光プローブ58を設けたものである。ここでは、動作条件を室温としたこと以外は上記実施例15と全く同一の条件で実験を行った。図21、図22はこの実験結果を図示したものである。この実験結果では、蛍光消光の周期が長くなつたが、その他は全く同様の結果が得られた。これは動作温度が高くなり分子運動が起こり易くなつた以上に、回転体と基板との相互作用が強まり回転運動が抑制されたためと考えられる。本実施例においては、通常の素子の動作温度である室温条件での分子レベルのエネルギー移動が確認された。

【0139】実施例18、この実施例の電子素子は、上記実施例17において作製した電子素子に、静止体分子から放出される電子を取り出すための電極、取り出した電子を運搬するための配線、その電子を検出するための検出器を設置したものである。

【0140】図23において、71はフラボチトクロームに接続した白金電極、72は白金電極71に接続したポリアセチレン、73a、73bはそれぞれ電子を検出するための2つの微小電流計74a、74bに接続するための電極である。

【0141】次にこの電子素子の動作について説明する。図24、25は実施例15及び17と同じ実験を行つた結果であり、発光ダイオードの光強度、回転体から発生する蛍光の強度、電極74a、74bに接続した微小電流計73a、73bの指示値の相関を示す応答曲線である。本実施例で用いた微小電流計は市販のものと異なり、電子1個の電荷量の一万分の一の精度で電荷量を測定できる装置であり、市販品に対して数百万倍も高性能である。図より光照射中、回転体から発する蛍光は回転の半周期毎に消光し、それぞれの微小電流計の指示値は、蛍光消光ピークから約10ナノ秒経過後に極大値を示し、極大値は必ずプラス側に生じ、一周期時間経過毎に起つた。またこの値は電子1個分の電荷に相当した。また光を照射していない状態では微小電流計の指示値は0のままであった。以上のことから、本実施例で作製した素子が整流性を持つことが確認された。

【0142】次にこの電子素子の作製方法について説明

する。実施例16で示した作製法に引き続いで行う。フラボチトクロームへの白金電極71の設置は、白金製STM探針65先端の白金原子を目的位置で基板から1nm離れたところに固定し、探針に10V、50nAのパルス電圧を与え白金原子を放射させて積層し作製した

(図26(a))。同様の方法で電極74a、74bを白金電極71から50nm離れたところに約30倍の大きさで作製し微小電流計との接続を可能にした。電極一電極間の接続は、希薄なポリアセチレン溶液を滴下し、STM探針65で高分子鎖を電極まで導き、また不要なものは除去して作製した(図26(b))。

【0143】上記実施例では配線分子としてポリアセチレンを用いたが、他の導電性の高分子を用いてもよく、例えばポリバラフェニレン、ポリビロール、ポリチオフェンなどの芳香族性ポリマーを用いても同様の素子は作製できる。また導電性の高分子ではなく、特願平3-269450号に記載されているような、チトクロームcなどの電子伝達性蛋白質を配列させて配線してもよい。伝達性を高めた人工蛋白質も同様である。あるいは電極間を接続するのではなく、探針原子の電界放射により作製した電極の幅を拡大し、微小電流計への接続が可能な大きさまで拡大させればよい。

【0144】実施例19、本実施例で用いた電子素子は、実施例17の構造を持つ素子に電界印加用の電極75を設置した構造を持つ。図27は付設した電界印加用電極の配置を示す上方図で残りの構成は、図23と全く同じである。図28は本実施例で行った実験の発光ダイオードの光強度、回転体から発生する蛍光の強度、微小電流計73a、73bの指示値の相関を示す応答曲線である。この電極を用いて一定方向に電界を印加することで回転分子を光照射中でも静止状態とし機能団を任意の配向に固定することができる。次にこの素子をメモリ素子として用いる動作について説明する。本実施例では電極に3Vのバイアス電圧を印加したまま、発光ダイオードを100nsでパルス照射を1回行った。微小電流計の指示値は微小電流計73bのみパルス光に対応した極大を示し、微小電流計73aは0のままであった。次にもう一度パルス光照射を行つた。蛍光消光は見られず、今度は両方とも0のままであった。これは回転体が静止状態でアントラセン基が静止体の方向を向いて固定しており、さらに電界印加により基板52からの電子供与が妨げられているので、静止体は還元状態、静止体は元のままの酸化状態として保持される。この2つの状態を0、1状態とすれば2ビットの情報の書き込みが行われたことになる。読み出しあはバイアス電圧をかけることなしに、前述と同じ条件で光照射を行い電子移動の有無により行う。すなわち図28に示すように還元状態にある静止体は電子移動を行わず、酸化状態にある静止体のみが電子移動を行い、微小電流計73bの指示値が振れた。以上のことから情報の読み出し、書き込みが可能と

なる。また情報の消去は還元状態にある静止体をすべて酸化体に変換することで均一状態としリセットができる。配線を用いて逆バイアスを印加し電子供与を行えばよい。

【0145】さらに、配線と静止体の間に電荷を蓄えるコンデンサを設けてもよい。コンデンサとしてはチトクロムc3などの多機能基電子伝達タンパク質を用いたところ最大4個の電子を蓄えることができた。そのため、読み出し時の静止体への影響を防止、読み出しの誤動作を防止することなどの利点を得た。

【0146】実施例20、本実施例では前記までの実施例を用いて素子の集積化を行っていることを特徴とする。以下に素子の集積法についての例を示す。集積化については基本的に実施例16に示した作製法を基本単位として大面積化してやればよい。図29(a)~(f)に素子作製のプロセスの模式図を示す。基板52の清浄化を行い(同図(a))、目的構造の基本単位の分子錠型63、64を作製する(同図(b))。次に素子を構成する分子を含んだ混合溶液81を基板52上に滴下あるいは基板自身を溶液中に浸漬させた(同図(c))。基板52表面の不要分子を洗浄除去、除去不可の分子はSTM探針65などを用いて除去すればよい(同図(d))。ここまでプロセスで回転体及び静止体の固定が完了する(同図(e))。分子サイズの白金電極71の設置は、白金製のSTM探針65から原子放射により積層し作製する(同図(f))。それぞれの分子への配線及び配線分子への電極の設置、電界印加用電極の設置も前述と同様の方法で行えばよい。この方法を用いて実施例6の構造を持つ素子を基本単位として100個の素子を同一基板上に作製した。本方法を用いて集積度を上げればテラビット級の記憶能力を持つ素子を作製することができる。

【0147】

【発明の効果】以上のように、請求項1の発明によれば、基板上に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能団を有する回転体を回転可能に配置するように構成したので、微小機械の駆動源となる微小モーターが得られる効果がある。また、該回転体近傍に、該回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る分子または機能団を有する静止体を1つ以上配置するように構成したので、エネルギー移動または電子移動を高速で制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0148】請求項2の発明によれば、前記回転体が、励起状態となる照射エネルギーが互いに異なる複数の機能団を有するように構成したので、回転を制御できる微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0149】請求項3の発明によれば、前記回転体の回転軸の軸方向が前記基板の法線方向と一致するように構成したので、回転効率の良い微小モーターを有する電子

素子が得られる効果がある。

【0150】請求項4の発明によれば、回転母体に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合するように構成したので、微小機械の駆動源となる微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0151】請求項5の発明によれば、前記回転母体を、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより構造が変化する構造異性体のように構成したので、回転の異なる微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0152】請求項6の発明によれば、前記静止体を、静止母体に、前記回転体からエネルギーまたは電子の少なくとも一方を受け取る機能団を結合するように構成したので、エネルギー移動または電子移動を制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0153】請求項7の発明によれば、前記回転体と、該回転体を支持する支持体を1つの分子により構成したので、回転体の回転軸を安定させることができ、回転が安定した微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0154】請求項8の発明によれば、前記回転体を錯体とし、該回転体の回転軸を前記錯体の中心金属への2個の配位子とするように構成したので、吸収波長、発光波長、酸化還元電位を自由に制御することができる微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0155】請求項9の発明によれば、前記回転体を、2個の単結合により支持体に結合された機能団または該機能団を含む分子団のいずれかとし、これら2個の単結合を該回転体の回転軸とするように構成したので、回転体の回転軸を安定させることができ、回転が安定した微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0156】請求項10の発明によれば、前記回転体を、球殻を有する分子に、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる機能団を結合するように構成したので、高速で一軸回転する微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0157】請求項11の発明によれば、前記静止体を複数、前記回転体の回転軸から等距離の位置に、該回転体に対して一定の配向を有するように、かつ該回転軸と互いに隣接する2つの静止体それぞれとのなす角が一定であるように配置するように構成したので、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0158】請求項12の発明によれば、前記静止体を、酸化還元機能団を複数保持する分子、分子集合体、機能団集合体のいずれか1種とし、前記酸化還元機能団は、前記回転体から電子またはエネルギーの少なくとも一方を受け取る第1の酸化還元機能団と、該第1の酸化還元機能団から電子を受け取る第2の酸化還元機能団と

を備えるように構成したので、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0159】請求項13の発明によれば、前記静止体が、電子伝達機能を有する生体高分子材料またはその一部を改変した改変生体高分子材料のいずれかを有するように構成したので、数ナノメーター～数百ナノメーターレベルの空間におけるエネルギー移動または電子移動を秩序正しく行うことができる電子素子が得られる効果がある。

【0160】請求項14の発明によれば、前記回転体と、前記静止体と、これらを支持する支持体とを1つの分子により構成したので、回転体の回転軸を安定させることができ、回転が安定した微小モーターが得られ、さらにエネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0161】請求項15の発明によれば、前記電子素子を構成する分子と特異的結合を起こす置換基を基板または電極に設け、前記回転体と静止体を一定の配向を持たせて前記基板上または電極上に配置するように構成したので、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0162】請求項16の発明によれば、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルクールス力による結合のいずれか1種であるように構成したので、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

【0163】請求項17の発明によれば、前記静止体近傍に、該静止体から電子を受け取るか、または該静止体に電子を供給することにより電荷を蓄積する部材を配置するように構成したので、静止体の誤動作を防止することができ、したがってエネルギー移動または電子移動を精度よく制御でき、しかも誤動作のない電子素子が得られる効果がある。

【0164】請求項18の発明によれば、基板上または電極上に、球殻を有する分子からなる回転体の少なくとも一部分を収納し該分子を回転可能に支持する凹部を有する構造体を設けるように構成したので、前記回転体を所定の位置に安定させることができる効果がある。

【0165】請求項19の発明によれば、前記回転体が、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより励起状態となる分子または機能團を有するように構成したので、所定の位置に安定させることができ、しかも高速で一軸回転する微小モーターを有する電子素子が得られる効果がある。

【0166】請求項20発明によれば、前記凹部を、前記基板または電極を構成する原子を選択除去した凹面であるように構成したので、電子素子の小型化ができる効果がある。

【0167】請求項21の発明によれば、前記凹部を、

前記基板上または電極上に環状の分子を配置して構成したので、電子素子の小型化ができる効果がある。

【0168】請求項22の発明によれば、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を構成する分子を、親水基と疎水基を有する分子からなる膜に吸着させ、前記電子素子を構成する分子間の吸着能により、該分子が一定の配向を有するようにしたので、超高密度に集積化した集積化電子素子が得られる効果がある。

【0169】請求項23の発明によれば、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を基板上または電極上に複数個配列するように構成したので、超高密度に集積化した集積化電子素子が得られる効果がある。

【0170】請求項24の発明によれば、請求項1ないし14または17のいずれか1項記載の電子素子を1つ以上の細線状の電極上に配列し、該電子素子上に1つ以上の細線状の電極を設けるように構成したので、電子素子のおかれる電場の方向及び大きさを任意に制御することができる超高密度の集積化電子素子が得られる効果がある。

【0171】請求項25の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度または電子移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーまたは励起電子を前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起または還元させ、該静止体のみが電極と電子の授受を行うように構成したので、高速スイッチング動作を行うことができる効果がある。

【0172】請求項26の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、回転体から複数の静止体のうち一部の静止体へのエネルギー移動速度を他の静止体への移動速度より大きくし、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより該回転体を励起状態とし、この励起エネルギーを前記一部の静止体のみへ移動させて該静止体を励起させ、該静止体のみが構造を変化させるか、電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるかのいずれかにより情報の書き込みを行うように構成したので、高速で情報の書き込みができる効果がある。

【0173】請求項27の発明によれば、様々に配向している前記静止体に偏光制御した電磁波を照射し、前記静止体のうち一部の静止体の電子を励起し、該静止体のみが電極から電子を受け取ることにより還元されるか、電極に電子を渡して酸化されるか、構造を変化させるかのいずれかにより情報の書き込みを行うように構成したので、高速で情報の書き込みができる効果がある。

【0174】請求項28の発明によれば、前記静止体に

電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させるように構成したので、高速で情報の書き込みができる効果がある。

【0175】請求項29の発明によれば、前記静止体に電場、磁場または熱のいずれか1種を加えるか、もしくは電磁波または電子線のいずれか1種を照射することにより、前記静止体の酸化還元電位または構造のいずれかを変化させ、前記静止体を情報の書き込み前の状態に戻すように構成したので、高速で情報の消去ができる効果がある。

【0176】請求項30の発明によれば、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体を情報の書き込み前の状態に戻すように構成したので、高速で情報の消去ができる効果がある。

【0177】請求項31の発明によれば、前記電子素子を挟む2つの電極間に電圧を印加するか、または前記静止体近傍の電極に電位を印加することにより、静止体から電極へまたは電極から静止体へのいずれかの方向に電子を移動させ、酸化状態または還元状態の静止体の数を、電流または移動電子数のいずれかにより検知するように構成したので、高速で情報の読み出しができる効果がある。

【0178】請求項32の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、該回転体と一部の静止体との間の相互作用を大きくし、電極から該静止体、他の電極へと向かう方向、または電極から該静止体、回転体、他の電極へと向かう方向、あるいはその逆方向の電流または移動電子数のいずれかを検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を変化させることなく該静止体の酸化還元状態または構造を検知するように構成したので、高速で情報の読み出しができる効果がある。

【0179】請求項33の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と前記回転体との間、または一部の静止体と電極との間の電子移動速度を他の静止体との電子移動速度より大きくし、電極から該静止体へ直接または回転体を介して電子を移動させることにより該静止体を酸化し、該回転体近傍の静止体のうち、酸化または還元可能な数を電極において電流または移動電子数として検知するように構成したので、高速で情報の読み出しができる効果がある。

【0180】請求項34の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするか小さくし、前記静止体にエネルギーービームを照射し、回転体の配向に依存する該静止体の発光拳動

を検知することにより、該静止体の酸化還元状態または構造を検知するように構成したので、高速で情報の読み出しができる効果がある。

【0181】請求項35の発明によれば、前記回転体の配向を制御することにより、一部の静止体と該回転体との間の相互作用を他の静止体と回転体との相互作用より大きくするかまたは小さくし、該静止体の酸化還元状態または構造に応じて回転体の発光拳動が変化することにより、該回転体にエネルギーービームを照射し、該回転体の発光拳動を検知して該静止体の酸化還元状態または構造を検知するように構成したので、高速で情報の読み出しができる効果がある。

【0182】請求項36の発明によれば、前記回転体に印加する電場または磁場を変化させるように構成したので、該回転体の配向を制御することができ、したがって該回転体の回転速度を制御できる効果がある。

【0183】請求項37の発明によれば、前記回転体に電磁波または荷電粒子ビームの少なくとも一方を照射するか、または該回転体を熱することにより該回転体を回転させ、さらに回転体の温度、回転体に印加する電場または磁場、回転体に照射する荷電粒子ビームの強度または方向、回転体に照射する電磁波の波長の少なくとも1つを変化させることにより、該回転体の回転速度を制御し、任意の時間における回転体の配向を知り該回転体の配向を制御するように構成したので、該回転体の回転速度を制御できる効果がある。

【0184】請求項38の発明によれば、前記回転体に、パルス状の電磁波または荷電粒子ビームを照射し、該パルスの強度、時間幅、間隔、数から該回転体の配向を知り、該回転体の配向を制御するように構成したので、該回転体の回転速度を制御できる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1による電子素子を示す基本構成図である。

【図2】この発明の実施例1による電子素子の基本構成とエネルギー準位を示す図である。

【図3】この発明の実施例1による電子素子のパルスに対する入出力関係を示す図である。

【図4】この発明の実施例2による電子素子を示す模式図である。

【図5】この発明の実施例2の電子素子の変形例を示す模式図である。

【図6】この発明の実施例2の電子素子の他の変形例を示す模式図である。

【図7】この発明の実施例2の電子素子の他の変形例を示す模式図である。

【図8】この発明の実施例2の電子素子の他の変形例を示す模式図である。

【図9】この発明の実施例3による集積化電子素子の模式図である。

【図10】この発明の実施例4の集積化電子素子への情報の書き込みを示す模式図である。

【図11】この発明の実施例6の集積化電子素子への情報の書き込みを示す模式図である。

【図12】この発明の実施例8の集積化電子素子への情報の読み出しにおける回転体の配向と検知される電流の関係を示す図である。

【図13】本発明の実施例13による電子素子を示す断面模式図である。

【図14】本発明の実施例14による電子素子を示す断面模式図である。

【図15】本発明の実施例14による電子素子の回転体の発光特性を示す図である。

【図16】本発明の実施例15による電子素子を示す断面模式図である。

【図17】本発明の実施例15の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性の関係を示す図である。

【図18】本発明の実施例15の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性の関係を示す図である。

【図19】本発明の実施例16における電子素子の作製方法を示す過程図である。

【図20】本発明の実施例17による電子素子を示す断面模式図である。

【図21】本発明の実施例17の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性の関係を示す図である。

【図22】本発明の実施例17の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性の関係を示す図である。

【図23】本発明の実施例18による電子素子を示す断面模式図である。

【図24】本発明の実施例18の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性と微小電流計値の関係を示す図である。

【図25】本発明の実施例18の電子素子の発光ダイオードの出力と回転体の発光特性と微小電流計値の関係を示す図である。

【図26】本発明の実施例18による電子素子の作製方法を示す過程図である。

【図27】本発明の実施例19による電子素子の付設部を示す上方模式図である。

【図28】本発明の実施例19による電子素子の情報の書き込み、読み出し特性を示す図である。

【図29】本発明の実施例20による電子素子の集積化の方法を示す過程図である。

【図30】従来のMOS構造の整流素子を示す断面模式図である。

【図31】従来の光変調オーバーライト方式を用いた光磁気ディスクを示す構造模式図である。

【符号の説明】

2 1 回転体

2 2 a～2 2 d 静止体

2 3 基板

2 4 法線（対称軸）

2 5 回転母体

2 6 静止母体

2 7, 2 8 分子錠型

2 9, 3 0 光励起性の機能団

3 1 回転体

3 2 a～3 2 d 静止体

3 3, 3 4 梯子状有機体

3 5 網目状有機体

3 6 有機分子

3 7 単結合

3 8 支持体

4 0 酸化還元機能団

4 1 静止体

4 2 基板

4 3, 4 4 ストライブ電極

4 5 a～4 5 d 電極

4 8 a～4 8 c 静止体

5 2 基板

5 3 C₇₀分子

5 4 アントラセン分子

5 5 フラビン単体

5 6 発光ダイオード

5 7 PSTM

5 8 光プローブ

6 1 C₇₀のアントラセン修飾体

6 2 フラボチトクローム分子

6 3, 6 4 分子錠型

6 5 STM探針

7 1 白金電極

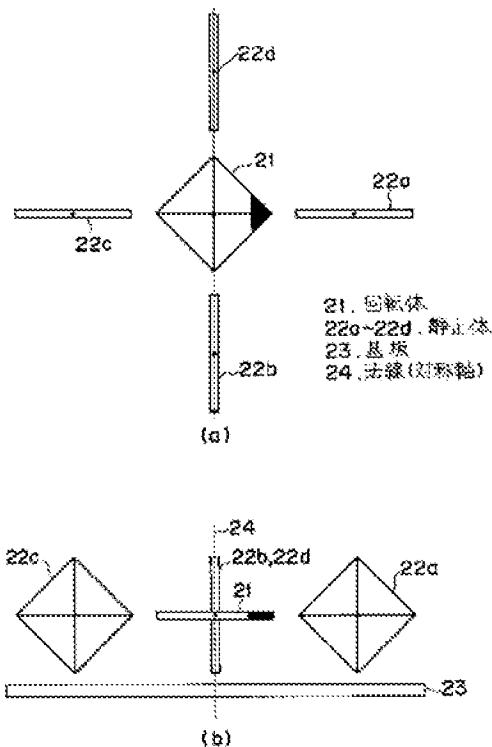
7 2 ポリアセチレン

7 3 a, 7 3 b 微小電流計

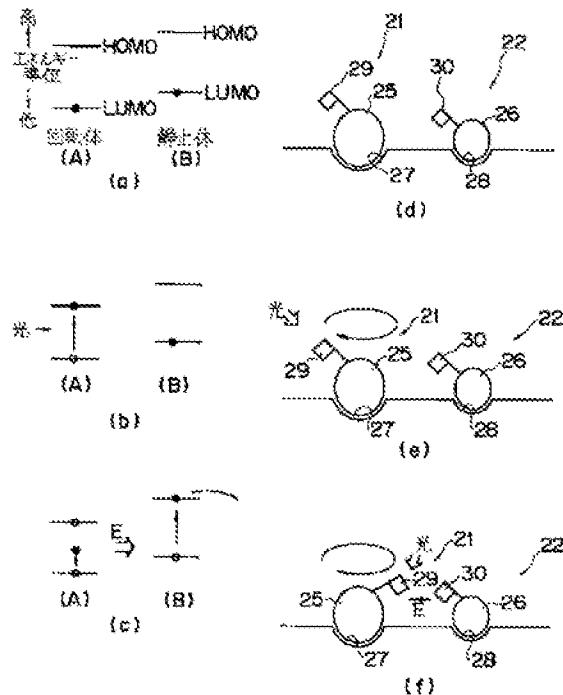
7 4 電極

8 1 混合溶液

【図1】

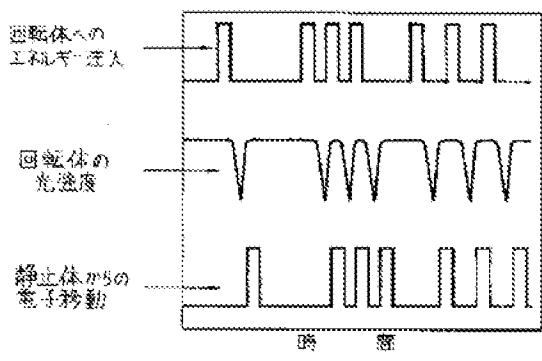


【図2】

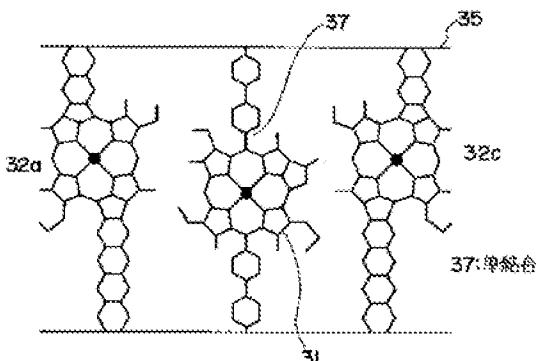


25: 回転母体 26: 静止母体 27, 28: 分子端部
29, 30: 光励起性の吸光団

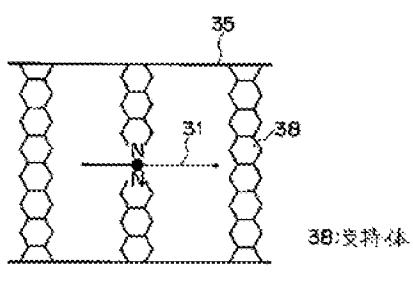
【図3】



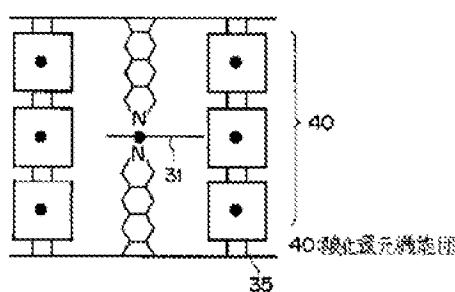
【図5】



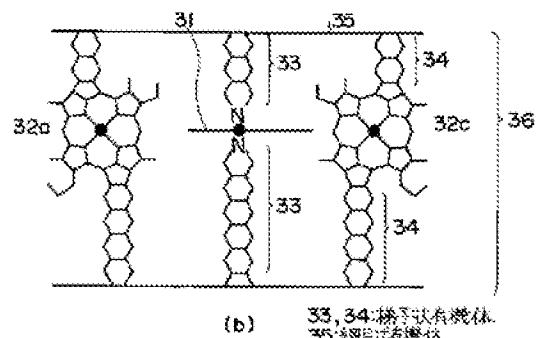
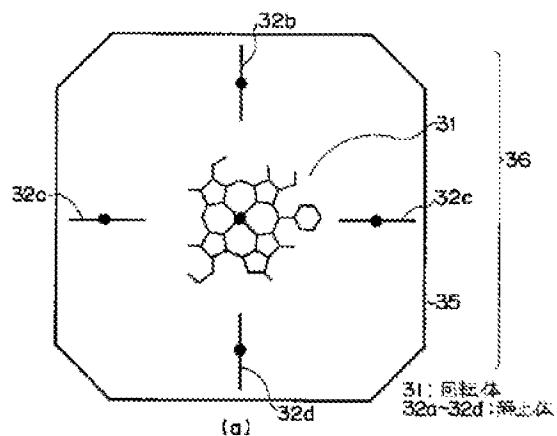
【図6】



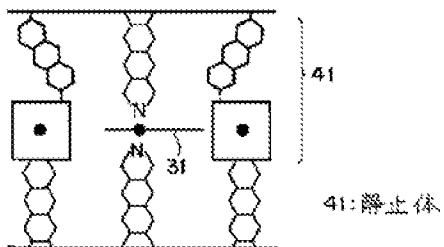
【図7】



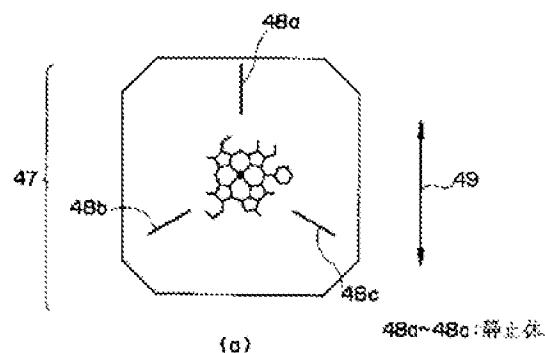
【図4】



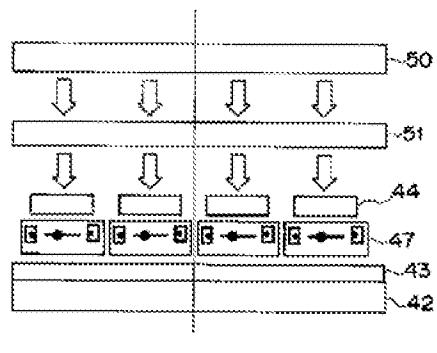
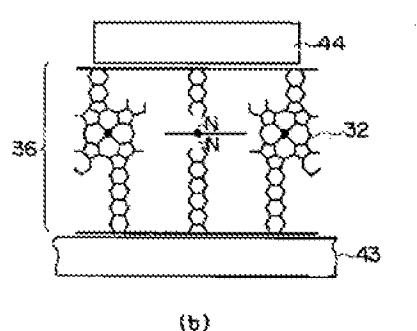
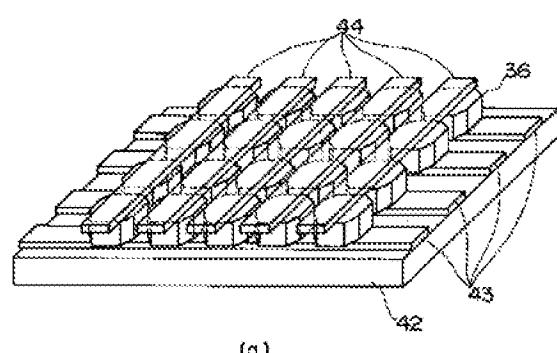
【図8】



【図11】



【図9】



(b)

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

↓

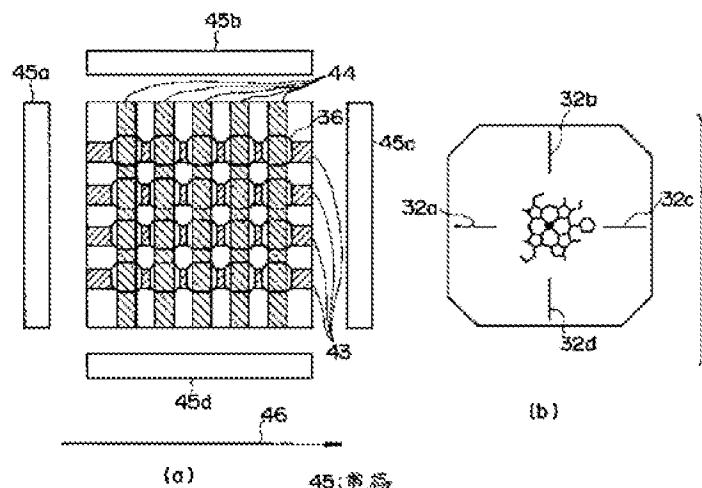
↓

↓

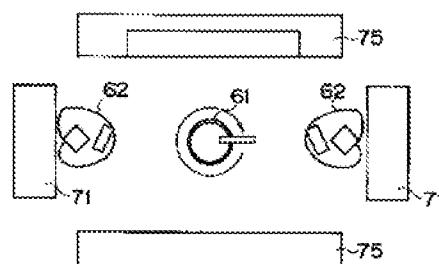
↓

↓

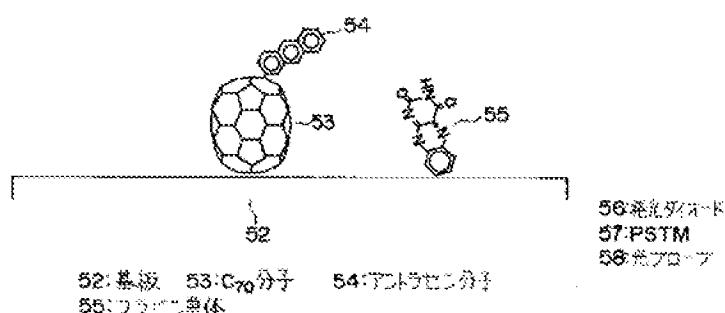
【図10】



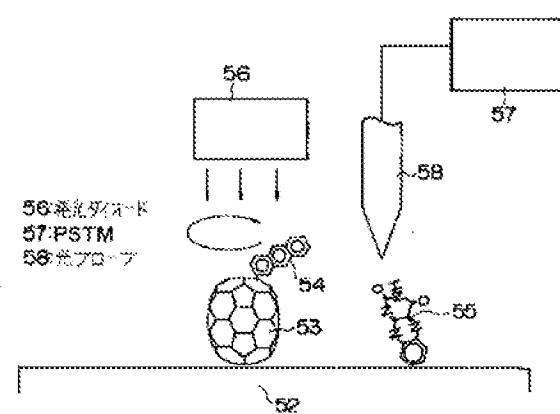
【図27】



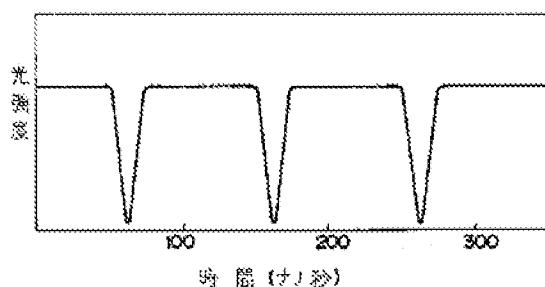
【図13】



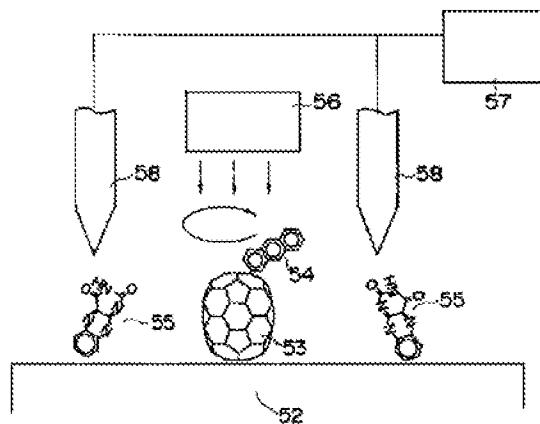
【図14】



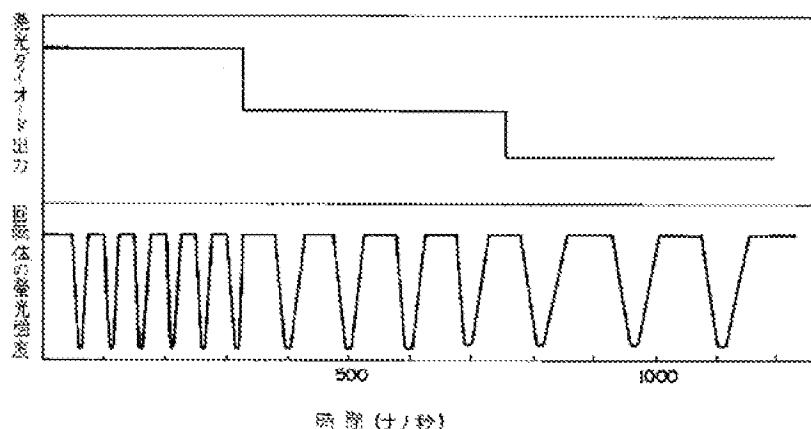
【図15】



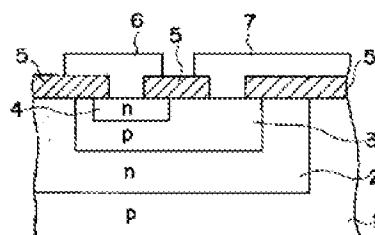
【図16】



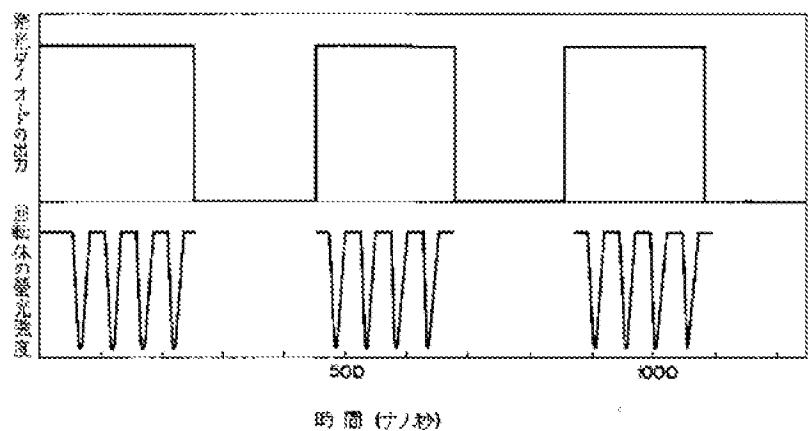
【図17】



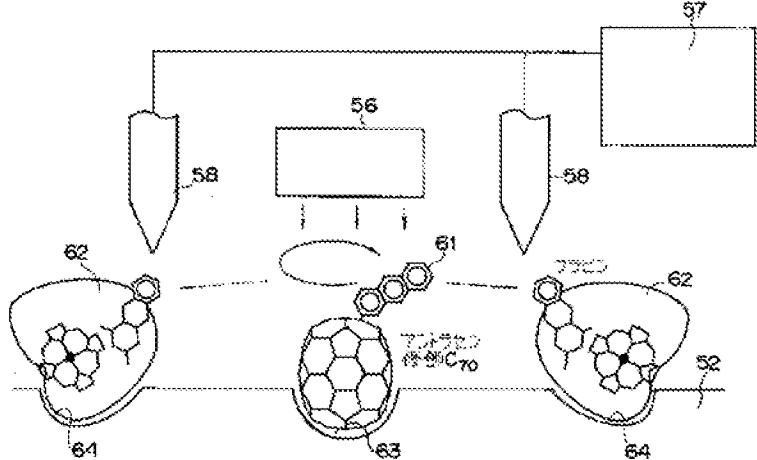
【図30】



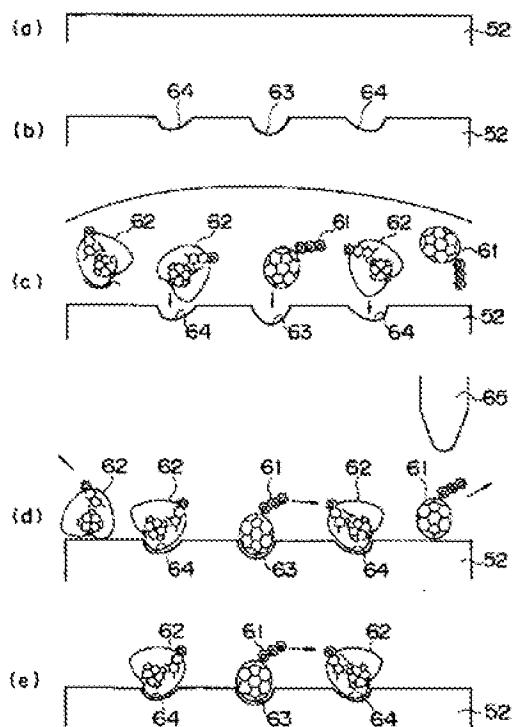
【図18】



【図20】

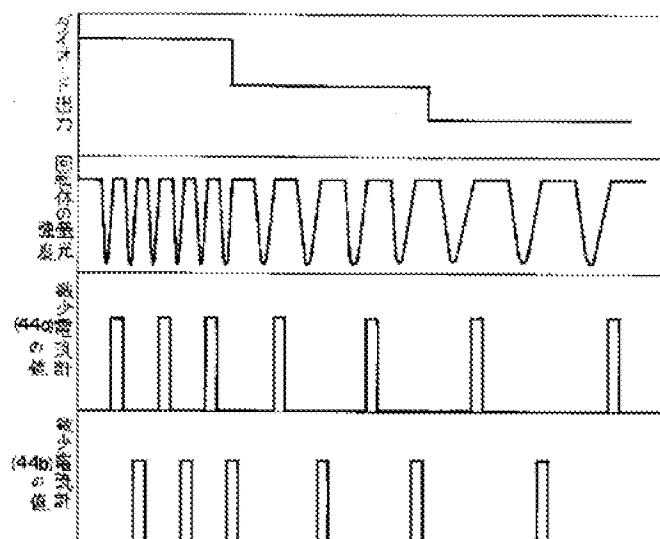


【図19】

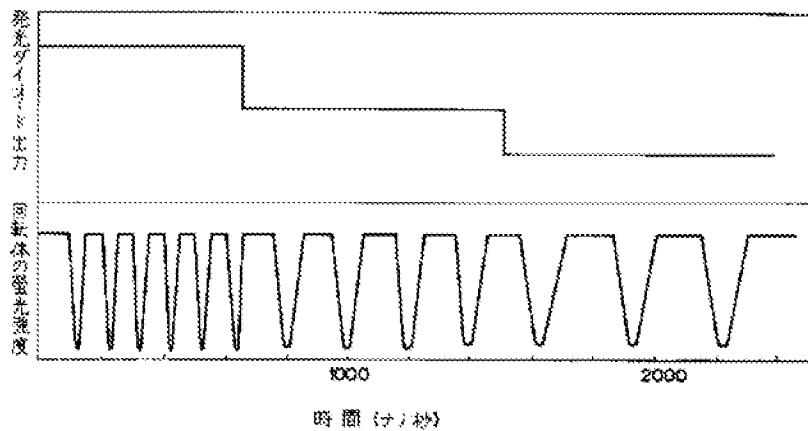


61: C₇₀のアントラセン複合体 62: フラボトクローム分子
63,64: 分子導虫 65: STM 鋼針

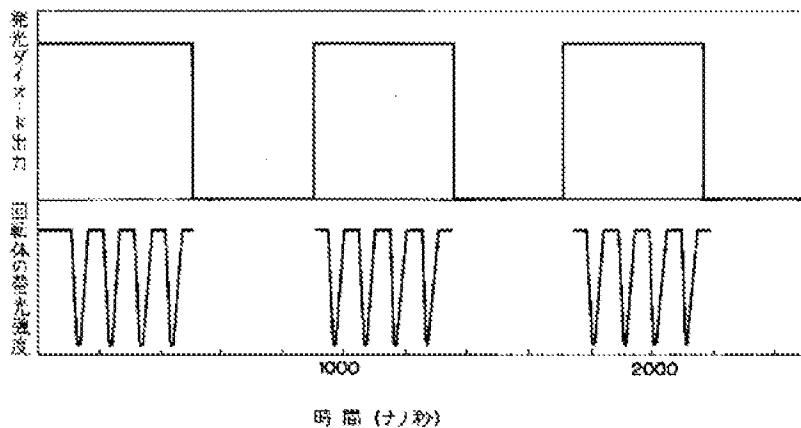
【図24】



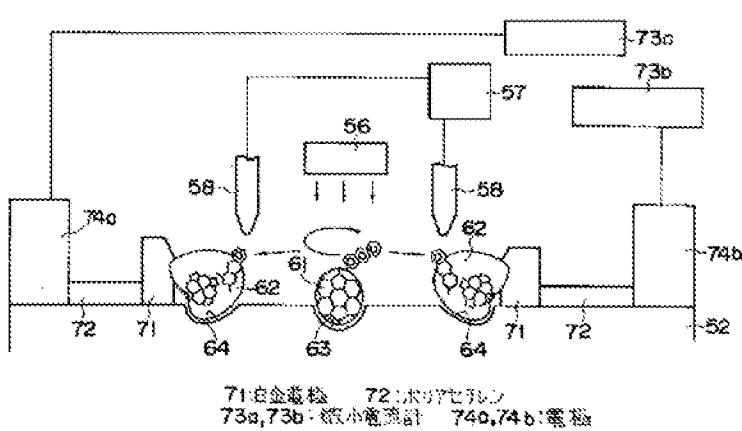
【図21】



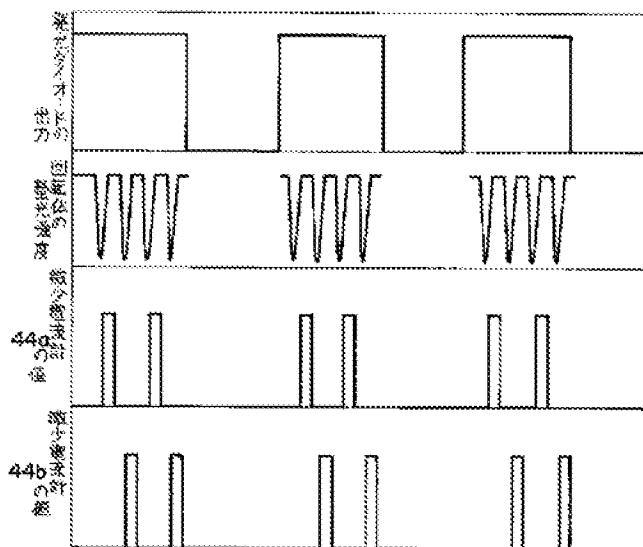
【図22】



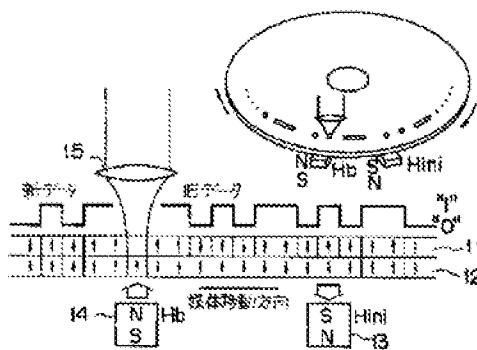
【図23】



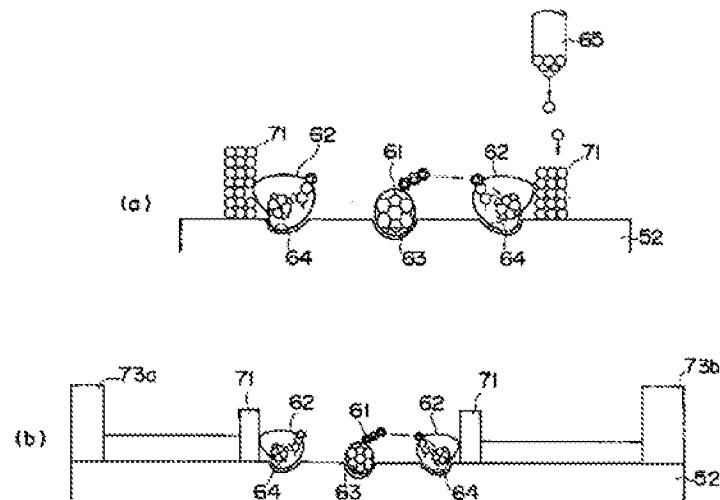
【図25】



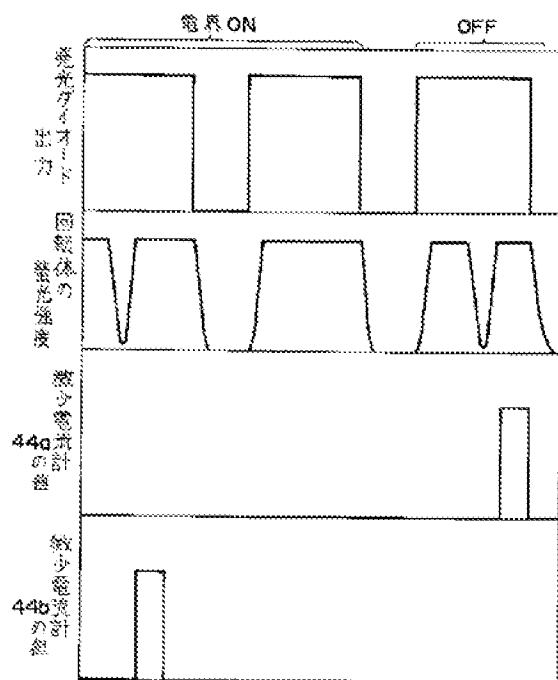
【図31】



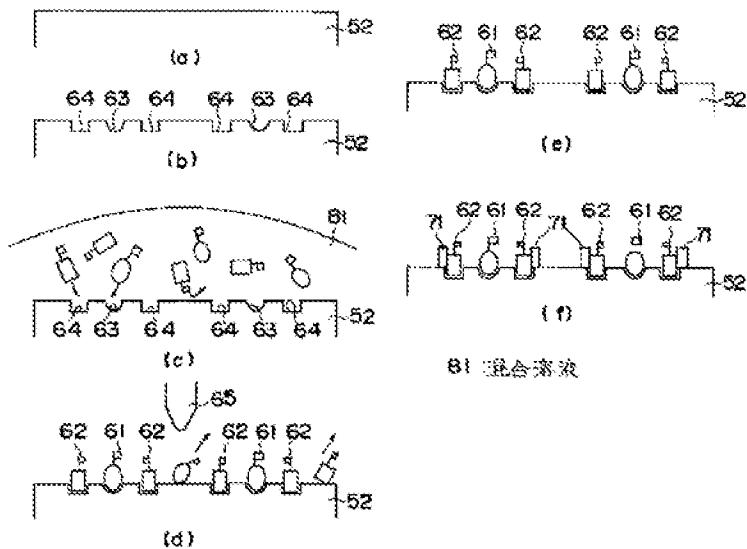
【図26】



【図28】



【図29】



【手続補正書】

【提出日】平成5年9月28日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項14

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項14】 前記回転体と、前記静止体と、これらを支持する支持体とを1つの分子により構成したことを特徴とする請求項1、2、3、8、9、11または12のいずれか1項記載の電子素子。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項16

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項16】 前記特異的結合は、疎水結合、イオン結合、ファンデルワールス力による結合のいずれか1種であることを特徴とする請求項15記載の電子素子。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正内容】

【0003】 また従来用いられている記憶素子としては、半導体メモリー、光ディスクがある。半導体メモリーにおいては、現在256メガビットDRAMのものが製造可能となっており、これは縦幅約0.2μmに対応

する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正内容】

【0023】 また、請求項16の発明に係る電子素子は、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルワールス力による結合のいずれか1種としたものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正内容】

【0048】 また、請求項3の発明における電子素子は、前記回転体の回転軸の軸方向が前記基板の法線方向と一致することにより、回転効率の高い微小モーターを有する電子素子が可能になる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正内容】

【0050】 また、請求項5の発明における電子素子は、前記回転母体を、電磁波または荷電粒子ビームのいずれかを照射することにより構造が変化する構造異性体

としたことにより、回転方向の異なる微小モーターを有する電子素子が可能になる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0054

【補正方法】変更

【補正内容】

【0054】また、請求項9の発明における電子素子は、前記回転体を、支持体に結合された機能団または該機能団を含む分子団のいずれかとし、これら2個の単結合を該回転体の回転軸としたことにより、回転体の回転軸が安定する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0061

【補正方法】変更

【補正内容】

【0061】また、請求項16の発明における電子素子は、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルワールス力による結合のいずれか1種としたことにより、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が可能になる。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

【補正方法】変更

【補正内容】

【0087】ここで、この発明に至った経緯及びこの発明の背景等について説明する。例えば、植物の葉緑体では集光蛋白質複合体と光合成反応中心蛋白質複合体とが共同して太陽エネルギーから化学エネルギーに高効率に変換する光合成の初期過程を担っている。この初期過程において、集光蛋白質複合体は吸収した光エネルギーを、秩序を持って並んでいる色素機能団を使って決まった経路に沿って移動させ、最終的に反応中心蛋白質のクロロフィルに渡している。また、反応中心蛋白質ではエネルギーを受け取ることをきっかけに、電子移動が、空間的に秩序を持って配置された酸化還元機能団を経て起こる。この数ナノメータ～数百ナノメタレベルの空間における秩序正しいエネルギー移動及び電子移動は色

素機能団または酸化還元機能団の決まった化学的性質、位置、距離、配向、環境に基づくものである。なお、色素機能団と酸化還元機能団は同一のこともある。従つて、人工的に一定の空間内に、機能団をその化学的性質、位置、距離、配向、環境を考慮して配置し、さらに外部から位置、配向、環境を制御することにより、数百ナノメタレベル以下の空間におけるエネルギー移動、電子移動を制御でき、それらを利用して、電子素子が得られる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0125

【補正方法】変更

【補正内容】

【0125】次にこの電子素子の動作方法について説明する。図15はPSTM37により検出された蛍光の強度の時間変化を示したものである。ここでは、素子は真空中-198℃に保持した。発光ダイオードの出力は1μWである。図15より蛍光消光の周期が100ナノ秒であることが確認された。回転体のみの構成では蛍光消光の寿命は10マイクロ秒であり、本実施例における回転体の蛍光消光の寿命が短くなっているのは、静止体へ蛍光エネルギーが吸収されているためである。このことから本実施例で用いた電子素子は分子レベルの微細な領域においてエネルギー移動を行っていることが確認された。また、この温度での¹³C-NMRの測定結果より得られた光照射中のC70修飾体の回転周期は約100ナノ秒であり、これは蛍光消光の寿命と対応していると考えられ、蛍光消光が回転体の回転速度に依存していることが確認された。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0162

【補正方法】変更

【補正内容】

【0162】請求項16の発明によれば、前記特異的結合を、疎水結合、イオン結合、ファンデルワールス力による結合のいずれか1種であるように構成したので、エネルギー移動または電子移動を精度よく制御できる電子素子が得られる効果がある。

フロントページの続き

(72)発明者 花里 善夫

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内

(72)発明者 西川 智志

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機
株式会社中央研究所内